annales de l'amélioration des plantes

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE
PARIS - GRIGNON
CHAIRE d'AGRICULTURE
CENTRE DE GRIGNON

Trimestriel

1974

Vol. 24 . N° 2

inra

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
Ann. Amélior. Plantes, AAPLAS 24 (2) 97-213 (1974)
FR ISSN 0003-4053

AAP24.2

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, 75007 PARIS Tél. : 551-41-09.

Directeur général : J.-M. SOUPAULT

Directeur général adjoint : J. POLY

Inspecteurs généraux : E. BILIOTTI, P. BOUVAREL, A. CAUDERON, G. FAUCONNEAU, R. FÉVRIER, P. MORNET, R. PÉRO, J. REBISCHUNG

Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : J. POLY

Annales agronomiques.

— J. CHAUSSIDON, Chef du Département de Science du Sol, C. N. R. A.
— L. GACHON, Chef du Département d'Agronomie, 63100 Clermont-Ferrand.
— M. HALLAIRE, Chef du Département de Bioclimatologie, C. N. R. A.

Annales de l'Amélioration des Plantes.

— M. RIVES, Chef du Département de Génétique et d'Amélioration des Plantes, 33140 Pont de la Maye.

Annales de Phytopathologie.

— J. PONCHET, Chef du Département de Pathologie végétale, 06602 Antibes.

Annales de Zoologie - Écologie animale.

— E. BIBLIOTTI, Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Annales de Zootechnie.

— A.-M. LEROY, Professeur honoraire à l'Institut national agronomique.
— A. RÉRAT, Chef du Département de Nutrition, C. N. R. Z.

Annales de Technologie agricole.

— P. DUPUY, Chef du Département de Technologie des Produits végétaux, 21034 Dijon Cedex.
— A. GUILBOT, Directeur de la Station de Biochimie et Physico-Chimie des Céréales et de leurs Dérivés C. E. R. D. I. A., Le Noyer-Lambert, 91300 Massy.
— G. MOCQUOT, Chef du Département de Technologie des Produits animaux, C. N. R. Z.

Annales de Biologie animale, Biochimie, Biophysique.

— G. FAUCONNEAU, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
— A. FRANÇOIS, Directeur de Recherche à l'I. N. R. A., Directeur du Centre national de Coordination des Études et Recherches sur la Nutrition et l'Alimentation.
— C. THIBAULT, Chef du Département de Physiologie animale, C. N. R. Z.

Annales des Sciences forestières.

— P. BOUVAREL, Inspecteur général de la Recherche agronomique, Chef du Département de Recherches forestières, C. N. R. F.
— J.-P. CHESNEAU, École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, 54000 Nancy.
— J. PARDÉ, Directeur de la Station de Sylviculture et de Production, C. N. R. F.

Annales de Génétique et de Sélection animale.

— P. MÉRAT, Directeur de la Station de Génétique factorielle, C. N. R. Z.
— B. VISSAC, Chef du Département de Génétique animale, C. N. R. Z.

Apidologie (Revue franco-allemande, co-édition I. N. R. A.-Deutscher-Imkerbund).

— J. LOUVEAUX, Directeur de la Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes sociaux, 91440 Bures sur Yvette.

Annales de Recherches vétérinaires.

— P. MORNET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Annales d'Hydrobiologie.

— R. FÉVRIER, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
— C. THIBAULT, Chef du Département de Physiologie animale, C. N. R. Z.
— R. VIBERT, Chef du Département d'Hydrobiologie, 64200 Biarritz.

Annales d'Économie et de Sociologie rurales.

— M. MAZOYER, Département d'Économie et de Sociologie rurales.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION

Service des Publications de l'I. N. R. A., route de Saint-Cyr, 78000 VERSAILLES, Tél. : 950-75-22

I. N. A. Paris-Grignon — Mars 1975 - Mars 1976

	Dates, lieu	N°	Thèmes	Contenu	Destinataires	Durée	Prix (1)
MARS	10 - 15 Grignon	5-10a	**Connaissance des sols : éléments de pédologie générale et appliquée.**	Rappel des notions fondamentales relatives au sol, confection d'une cartographie des sols, utilisation d'une carte des sols pour l'écologiste, l'agronome et en matière d'aménagement.	Chambres Agriculture - D.D.A. - Géomètres - S.A.F.E.R. - Instituts d'aménagement régionaux, organismes de développement.	5 j.	1 800 F H.V. 400 F
	18, 19, 20 Grignon	5-12	**Les problèmes stratégiques dans une filière animale : le cas de la viande bovine.** C.E.R.E.O.P.A.	Présenter de façon synthétique la situation et l'évolution possible de ce secteur agro-alimentaire, du stade de la production à celui de la consommation finale, et dégager les stratégies d'entreprise possibles pour les agents concernés.	Producteurs et responsables de groupements. Transformateurs et industriels de la viande. Responsables des firmes d'amont. Membres d'organismes financiers et professionnels. Organisations de consommateurs.	3 j.	1 700 F H. 200 F
AVRIL	21 - 24 Grignon	5-14	**Place de l'agriculture dans l'économie.**	Actualisation des connaissances en économie agricole. Réflexions sur le rôle de l'agriculture.	Formateurs. Ceux qui ont une fonction technique spécialisée et qui doivent prendre des responsabilités dont le cadre dépasse leurs compétences techniques.	4 j.	2 200 F H. 270 F
MAI	5, 6, 7 Grignon	5-15	**Pollutions des eaux marines.**	Aspect scientifique des problèmes posés par les divers types de pollutions du milieu marin. Incidences sur la faune benthique ou pélagique. Aspects juridiques, législatifs et techniques de la lutte contre les pollutions marines.	Tous ceux qui, de par leur profession ou leurs responsabilités sont confrontés à de tels problèmes.	3 j.	1 200 F H. 200 F
	13, 14, 15 Grignon	5-15a	**Initiation à l'économie et au développement.** C.E.R.E.O.P.A.	Faire acquérir certaines notions et mécanismes économiques de base afin de permettre une analyse personnelle des phénomènes macro-économiques courants, d'assimiler les analyses faites par les tiers.	Formateurs. Toute personne dont l'activité professionnelle repose sur l'économie.	3 j.	1 500 F H. 200 F
	13, 14, 15 27, 28, 29 Paris	5-16	**Initiation au contrôle de gestion.**	Répondre en matière de contrôle de gestion aux particularités des entreprises et coopératives agro-alimentaires.	Chefs d'entreprise. Cadres qualifiés.	6 j.	2 200 F R. 200 F
	26, 27, 28 Paris	5-14a	**Evaporation et besoins en eau des cultures.**	Connaissances des phénomènes qui règlent l'évaporation et la transpiration végétale (aux différentes échelles). Mise au point sur le plan des mécanismes et des applications en écologie, agronomie, génie rural.	Ingénieurs des organismes d'étude pour la planification, l'agriculture, la sylviculture.	3 j.	1 000 F R. 100 F
JUIN	11, 12, 13 Paris	5-16a	**Principes coopératifs et méthodes de gestion.**	Mettre en évidence l'évolution des principes coopératifs, afin de voir s'ils sont compatibles avec les méthodes modernes de gestion.	Unions de coopératives. Directeurs de coopératives. Directeurs de caisses de Crédit Mutuel Agicole et d'Assurances Mutuelles Agricoles.	3 j.	1 000 F R. 100 F
SEPTEMBRE	17, 18, 19 Grignon	5-17	**L'entreprise et la gestion de la pollution.**	Après avoir rappelé les mécanismes biologiques, les conséquences pour l'entreprise de quelques grands types de pollution seront mises en évidence. On examinera également les problèmes de lutte anti-pollution sur les « contrats de branche ».	Cadres et dirigeants d'entreprises.	3 j.	1 500 F H. 200 F
	23 - 26 Grignon	5-18	**Mécanismes de la photosynthèse et production végétale** (en liaison avec ENGREF).	Faire le point des connaissances actuelles dans le domaine de la photosynthèse des végétaux qui offrent un intérêt direct pour l'homme : alimentation (production agricole et marine), industrie (production forestière, aliments végétaux), environnement (dépollution ou résistance des plantes à la pollution atmosphérique).	Entreprises intéressées par les productions d'origine agricole, lacustre ou océane.	4 j.	1 600 F H. 270 F
	23 - 25 - 29 - 1er octobre Paris	5-19	**Solutions nutritives pour la culture des plantes en milieu artificiel.**	Préparation rationnelle et maîtrise des solutions nutritives (cultures en containers ou in vitro). Mise au point des connaissances de base sur lesquelles reposent ces techniques. Développement des aspects méthodologiques et technologiques pour l'amélioration des plantes, leur multiplication et leur production.	Ingénieurs, cadres, techniciens, étudiants qui désirent se spécialiser dans ce domaine.	6 j.	1 500 F R.V. 350 F
OCTOBRE	6, 7, 8 Grignon	5-20	**Ecologie appliquée au remembrement et à l'aménagement rural.**	Le remembrement est une opération complexe qui pose la notion d'équilibre écologique régional. Etude des problèmes qui y sont liés.	Experts-Géomètres. Responsables de l'aménagement rural.	3 j.	1 200 F H. 200 F
	14 - 17 Grignon	5-21	**Aménagement du territoire. Les collectivités locales face aux problèmes fonciers.**	Elaboration des plans d'occupation des sols, des schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme à l'aide de l'étude d'un cas concret. Aspects juridiques. Perspectives d'élargissement des législations actuelles.	Maires et fonctionnaires des mairies. Chambres d'Agriculture. SAFER-ADASEA. Habitat rural. Organisations de propriétaires fonciers.	4 j.	1 800 F H.V. 350 F
	28 - 30 Bordeaux	5-22	**Les agronomes face à l'aquaculture** (en liaison avec ENGREF).	Etat actuel des connaissances en aquaculture, problèmes posés, réalisations, développements envisagés.	Cadres des départements ou municipalités littorales. Chambres d'Agriculture, Chambres de Commerce et d'Industrie des régions maritimes. Instituts d'aménagement régionaux. Ingénieurs intéressés à ces développements.	3 j.	1 300 F H. en sus
	22, 23, 24 Grignon	5-23	**Technologie des laits fermentés et des produits de dessert. C.E.P.I.L.**	Mise à jour des connaissances dans les domaines de la biochimie, de la microbiologie et de la technologie des laits fermentés et des produits de dessert.	Cadres, ingénieurs et techniciens de l'industrie laitière.	3 j.	1 400 F H. 200 F
	28, 29, 30 Paris	5-23a	**La restauration collective. Responsabilités en matière d'hygiène.**	Problèmes nouveaux posés par la cuisine à grande échelle et les délais accrus entre préparation et consommation.	Gestionnaires et responsables techniques de toutes collectivités.	3 j.	1 100 F R.V. 150 F
NOVEMBRE	3, 4, 5 Aix-en-Provence	5-24	**Feu, facteur et outil écologique** (en liaison avec ENGREF).	Développement des aspects écologiques du feu. Mise au point des connaissances actuelles. Etat des recherches sur le « feu », outil écologique.	Ingénieurs des secteurs publics et privés en rapport avec l'aménagement et l'exploitation du milieu naturel et des forêts.	3 j.	1 300 F H. en sus
	5 - 6 Paris	5-24a	**La restauration collective. Responsabilités en matière de diététique vis-à-vis du consommateur « ordinaire ».**	Rappel des principes de l'alimentation équilibrée. Comment concilier diététique et faible coût ? Comment concilier diététique et appétence ?	Gestionnaires de toutes collectivités.	2 j.	800 F R.V. 100 F
	12 - 14 17 - 19 Paris	5-25	**Germination des semences.**	Acquisitions récentes sur la multiplication des végétaux. Physiologie de la germination et pathologie des semences. Conservation et longévité, amélioration des propriétés germinatives et de la vigueur.	Cadres des entreprises de semences. Personnel des laboratoires de recherches. Chefs de laboratoires d'essais ou de contrôle des semences.	6 j.	1 500 F R.V. 350 F
	20 - 21 Paris	5-26	**Les tableaux de bord des industries laitières.**	Analyse des données significatives et recensement des postes. Elaboration, mise en place et exploitation des tableaux de bord pour la prévision, le contrôle, la décision aux différents niveaux.	Cadres, ingénieurs et techniciens de l'industrie laitière.	2 j.	880 F R. 80 F
	24 - 28 Paris	5-26a	**La restauration collective : industrie ou cuisine ?**	Etude critique (technique, économique, organoleptique, sanitaire) des ressources offertes par l'industrie : appertisation, déshydratation, congélation, réfrigération, cuisine industrielle. Evolution et perspectives. Contradictions.	Gestionnaires toutes collectivités. Industries de la conservation.	5 j.	1 700 F R.V. 300 F
DÉCEMBRE	2, 3, 4 Paris	5-26b	**La restauration collective : gestion directe ou sous-traitance.**	Eléments du choix. Les outils de gestion, les moyens d'apprécier la rentabilité.	Responsables de collectivités petites et moyennes.	3 j.	1 000 F R.V. 150 F
	8 - 11 Grignon	5-27	**Machinisme agricole : l'ensilage.**	Faire le point sur la récolte et la conservation des fourrages par voie humide aboutissant à l'ensilage. Méthode en développement en raison de la pénurie et du renchérissement des sources d'énergie (conservation par voie sèche).	Ingénieurs des instituts techniques. Ingénieurs technico-commerciaux des fournisseurs de matériel de récolte et d'équipements ou de produits de conservation. Ingénieurs des industries de transformation utilisant le lait d'animaux nourris à l'ensilage.	4 j.	1 800 F H.V. 300 F
	9, 10, 11 Paris	5-28	**Commercialisation et économie de la production horticole.**	Applications commerciales et économiques des techniques nouvelles en matière de semences et de nutrition des plantes en milieu artificiel. Leur gestion. Les marchés. La prospection.	Sessionnaires des cycles « Solutions nutritives » et « Germination des semences ». Ingénieurs, cadres, techniciens des entreprises concernées et des laboratoires de recherches.	3 j.	1 100 F R.V. 150 F
	15 - 18 Paris	5-29	**La restauration collective : une cuisine centrale ? Laquelle ?**	Opportunité d'une cuisine centrale. Implantation. Conception. Méthodes de cuisson, préparation, distribution. Organisation et gestion de la cuisine centrale.	Responsables de grandes collectivités. Ingénieurs et techniciens des professions concernées. Architectes, constructeurs d'équipements...	4 j.	1 400 F R.V. 180 F
JANVIER 1976	7, 8, 9 Grignon	6-1	**Ecologie appliquée au remembrement et à l'aménagement rural.**	Le remembrement est une opération complexe qui pose la notion d'équilibre écologique régional. Etude des problèmes qui y sont liés.	Experts-Géomètres. Responsables de l'aménagement rural.	3 j.	1 250 F H. 250 F
	13, 14, 15 Grignon	6-2	**Biologie et écologie du gros gibier et animaux sauvages de nos forêts** (en liaison avec ENGREF).	Mettre l'accent sur l'écologie et la physiologie de ces animaux, sur leurs maladies ou sur les problèmes sanitaires associés, et sur les aménagements écologiques ou cynégétiques. Contribution de scientifiques, d'experts de chasse internationale.	Fédération de chasse, conseillers cynégétiques, organismes activités cynégétiques.	3 j.	1 400 F H. 300 F
	19 - 23 26 - 30 Paris	6-3	**Microbiologie industrielle.**	Le cycle présente les problèmes spécifiques des industries de fermentation et quelques développements récents concernant les applications industrielles de la biochimie, de la génétique et de la microbiologie.	Ingénieurs, cadres, techniciens supérieurs des industries biologiques. Etudiants enseignement supérieur.	10 j.	2 200 F R.V. 500 F
	19 - 22 Grignon	6-4	**Les acariens nuisibles aux productions agricoles.**	Morphologie, biologie. Méthodes de prélèvements en culture et d'études en laboratoire. Les Acariens des différentes productions : arbres fruitiers, vigne, plantes légumières, productions florales. Les Acariens en verger et la lutte intégrée.	Profession des pesticides. Instituts techniques. Protection des végétaux. Profession de l'horticulture.	3 j.	1 250 F H. 250 F
	27, 28, 29 Paris	6-5	**Cycle supérieur d'agronomie : transformation de la pomme de terre.**	Physiologie de la croissance et de la tubérisation. Amélioration de la pomme de terre. Problèmes technologiques et exigences de qualité. Conséquences sur la conduite de la culture.	Ingénieurs des Chambres d'Agriculture. CETA, Coopératives et SICA de pomme de terre. Ingénieurs sociétés engrais et produits phytosanitaires.	3 j.	1 100 F R. 120 F
FÉVRIER	10, 11, 12 Grignon	6-6	**La réfrigération des volailles.**	Techniques de réfrigération des volailles actuellement utilisées. Information objective à partir des résultats des études les plus récentes. Exposé de nouveaux procédés à l'étude ou déjà au stade du développement.	Responsables des ateliers de transformation des volailles.	3 j.	1 200 F H. 250 F
	17, 18, 19 Paris	6-7	**Réévaluation du bilan des coopératives agricoles.**	La réévaluation : décision comptable aboutissant au choix d'un nouveau système d'évaluation. Techniques à mettre en œuvre. Modifications juridiques qu'entraîne la réévaluation. Effets fiscaux dans les coopératives, chez les adhérents.	Directeurs d'unions ou de groupements de coopératives. Directeurs de coopératives. Etablissements de crédit. Organismes de révision de coopératives.	3 j.	1 100 F R. 120 F

(1) Dans ces prix sont inclus les frais de visite, d'hébergement (Centre de Grignon) et de repas dont le montant figure en face des sigles :

H. : hébergement
H.V. : hébergement visite
R. : repas
R.V. : repas visite

CENTRE DE PERFECTIONNEMENT
de l'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARIS-GRIGNON

CALENDRIER
DES CYCLES DE FORMATION CONTINUE

MARS 1975 - MARS 1976

POUR TOUTE INFORMATION COMPLÉMENTAIRE

CENTRE DE PERFECTIONNEMENT DE L'I.N.A. PARIS-GRIGNON	Organisé dans le cadre de l'A.D.E.P.R.I.N.A. (Association pour le Développement de l'Enseignement, du Perfectionnement et de Recherche à l'I.N.A. Paris-Grignon).
ADMINISTRATION	16, rue Claude-Bernard, 75231 PARIS - Cédex 05. Tél. : 337-96-34 et 707-39-79. Directeur du Centre : M. MOUTON, Maître de Conférences de la Chaire d'Economie Rurale du Centre de Paris de l'I.N.A. Paris-Grignon. Responsable administrative : Mme EWALD.
LIEU DES SESSIONS Centre de Paris	16, rue Claude-Bernard, 75231 PARIS.
Centre de Grignon	Séminaire résidentiel - Centre de Grignon de l'I.N.A. Paris-Grignon 78850 THIVERVAL-GRIGNON. Tél. : 461-45-10.
INSCRIPTION	Pour s'inscrire ou prendre option sur un cycle, utiliser la demande d'inscription jointe. Les cycles sont organisés dans le cadre de la loi sur la formation professionnelle du 16 juillet 1971, et des décrets et circulaires d'application. Leur financement est imputable à l'imposition sur le montant annuel des salaires.

Imp. DUCHAUSSOY - 93600 Aulnay sous Bois

Pour se procurer le programme détaillé d'un cycle, s'adresser à l'Administration du Centre de Perfectionnement. Ils seront envoyés au fur et à mesure de leur parution.

Le 14 Avril 1975

Mon Cher Collègue,

Vous savez probablement que Mr. OLMER cesse ses fonctions le 30 Avril .

Je pense qu'une petite réunion d'adieu s'impose, au cours de laquelle nous pourrions lui remettre un cadeau.

Cette réunion aura lieu le Mercredi 21 Mai à 11 H. 15, dans la salle du Conseil du centre de Paris.

Si vous désirez y assister, veuillez, je vous prie, envoyer votre participation à R. DESVEAUX, 16 rue Claude Bernard, Paris 5ème, soit en espèces, soit par chèque bancaire, soit par virement postal au compte PARIS 15. 745. 17 M.

Pour des raisons d'organisation matérielle, je vous serais obligé de bien vouloir répondre avant le 7 Mai .

Veuillez agreer, mon cher collègue, l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

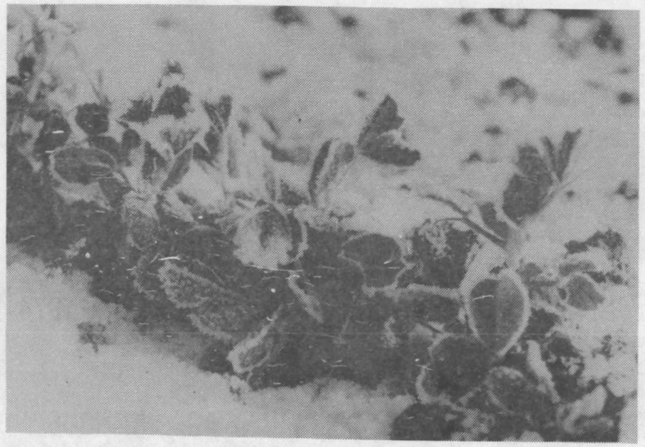
R. DESVEAUX

Cycle Chaussat –

12 au 18 Novembre 75

fait bibliographie. Phytotechnie.

La sélection pour le caractère "multipod", qui consiste à augmenter le nombre de fleurs par pédoncule, contribue à réduire l'hétérogénéité des pois frais récoltés mécaniquement



L'obtention de variétés de pois d'hiver résistantes au froid permet aux conserveurs de récolter huit à dix jours plus tôt et d'augmenter les rendements de près de 30 %

Cet ouvrage comprend deux parties

La première, présentée en un volume de 111 pages, résume les connaissances concernant les caractères importants du Pois tant morphologiques que biologiques. Elle traite en particulier de l'hérédité de ces caractères, des résistances aux principales maladies et des critères de qualités technologiques. Elle comprend 6 planches en couleur, 43 figures et 17 tableaux ainsi qu'une classification qui peut aider à résoudre les problèmes d'identification variétale. En annexe sont résumées les études effectuées par l'U.N.I.L.E.C. sur la tendreté des Pois.

La 2ème partie comporte 140 fiches libres sous pochette. Cette présentation facilite la manipulation, un classement personnel et permet des mises à jour. Chaque fiche illustrée de 3 photographies décrit une variété par ses caractères morphologiques et biologiques.

Cet ouvrage constitue une mise au point des différents travaux effectués sur le Pois. Il s'adresse aux chercheurs, aux industriels et à tous ceux qui s'efforcent de développer la culture du Pois.

TABLE DES MATIERES

1ère Partie

INTRODUCTION 7

ETUDE DES CARACTERES 9

A - Caractères morphologiques des différents organes 9

I - Le grain sec 9
II - La tige 19
III - La feuille 21
IV - La fleur 26
V - La gousse 29

B - Caractères biologiques 33

I - Précocité 33
II - Résistance au froid 38
III - Résistance aux principales maladies 41
1 . Maladies cryptogamiques
2 . Viroses

IV - Critères de qualité technologiques 60
1 . Relation entre les teneurs en eau et en substances insolubles dans l'alcool
2 . Relations entre l'indice tendérométrique et la teneur en eau
3 . Relations entre la teneur en sucre et la teneur en eau
4 . Relations entre les teneurs en amidon, en amylose et en eau
5 . Relations entre l'activité lipoxygénasique et la teneur en eau

CLASSIFICATION 67

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 99

ANNEXE : La tendreté, facteur de qualité par M. NADAL 101

2ème Partie

140 fiches descriptives

BON DE COMMANDE (ORDER FORM)

A adresser à *(To be sent to)* :

SERVICE DES PUBLICATIONS
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
C.N.R.A., route de Saint-Cyr, 78000 - VERSAILLES (France)

Veuillez me faire parvenir *(Please send me)* : exemplaire(s) de *(copy-ies-of)* :

LE POIS
Etude génétique des caractères, classification, caractéristiques variétales portant sur les variétés inscrites au catalogue officiel français
par
R. COUSIN

111 pages + 140 fiches Prix : 150 F. t.t.c.

Que je règle *(Payable)* :

- par virement au C.C.P. Paris 9064-43, Régisseur des Publications
- par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications *(by cheque to Regisseur des Publications)*
- par coupons UNESCO (by UNESCO coupons)

Nom *(Name)* :

Adresse *(Adress)*.

Date : Signature :

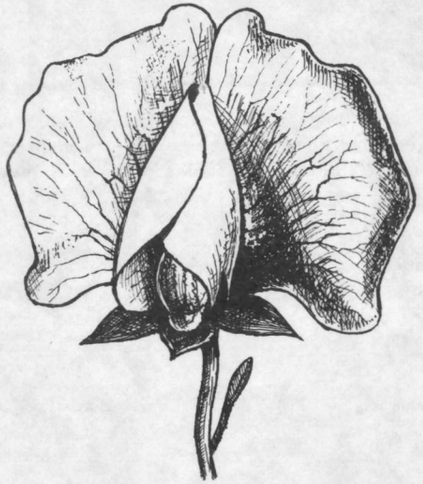
Les commandes peuvent également être transmises par l'intermédiaire des Librairies.
Orders may also be sent through any bookseller.

LE POIS

Étude génétique des caractères, classification, caractéristiques variétales portant sur les variétés inscrites au catalogue officiel français

par

R. COUSIN



Annales de l'Amélioration des Plantes - Numéro hors série 1974

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
149, rue de Grenelle, 75007 PARIS

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

VIENT DE PARAITRE

EN VENTE AU SERVICE DES PUBLICATIONS DE L'I.N.R.A. :

Comptes rendus du "Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants", C.R.A. des Antilles, 24-29 Mai I97I. (Publié en I974).

Ce colloque, organisé par le centre I.N.R.A. des Antilles-Guyane, en I971 groupait des participants d'Amérique tropicale, d'Afrique tropicale, d'Océanie.

Les comptes rendus comportent trois parties :

1° - Des notes de synthèse dans lesquelles les participants de chaque pays ou région présentent l'état de la production fourragère et des recherches correspondantes dans leur zone (18 notes : IO en anglais, 7 en français, 1 en espagnol).

2° - Des communications par des chercheurs de Guadeloupe (I.N.R.A.), Trinidad, Porto Rico, Floride, Hawaï, France, Vénézuela, Cuba, Afrique tropicale et Madagascar, Réunion, Tahiti, Canada, au total 35 communications (15 en anglais, 19 en français, 1 en espagnol).

3° - Un résumé des discussions intervenues après chaque communication, et un compte rendu des discussions sur deux thèmes particuliers : le problème des légumineuses ("legumes in grassland production"), les critères de sélection ("screening of varieties").

BON DE COMMANDE (Order form)

à retourner au :)Service des Publications I.N.R.A., Route de Saint-Cyr
to be returned to :) 78000 VERSAILLES

Veuillez me faire parvenir ..... exemplaire(s) de l'ouvrage
Please enter my order for ..... copy(ies) of
"Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants", C.R.A. des Antilles, 24-29 Mai I971, au prix de 48,15 F T.T.C.
envoi par avion au prix de 63,15 F ☐ cocher cette case pour un envoi par avion
via air mail, price 63,15 F ☐ check if appropriate

Que je règle :
Payable :

- Par virement au C.C.P. Paris 9064-43, Régisseur des Publications
- Par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications (by cheque to regisseur des Publications)
- Par coupons UNESCO (by UNESCO coupons).

Nom :
Name :

Adresse :
Address :

Date : Signature :

A Paris, bureau de vente : 11, rue Jean Nicot (7è)

Les commandes peuvent également être transmises par l'intermédiaire des Libraires. (Orders may also be sent through any Bookseller).

ANNALES DE L'AMELIORATION DES PLANTES

VOL. 24 N° 2 1974

Nom de l'emprunteur	Emprunté le	Remis le

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 97-127.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA FRUCTIFICATION DE L'ABRICOTIER DANS DES CONDITIONS CLIMATIQUES DIFFÉRENTES

H. CLANET et J. C. SALLES

Laboratoire de Recherches de la Chaire d'Arboriculture fruitière,
École nationale supérieure agronomique, I. N. R. A.,
34060 Montpellier

RÉSUMÉ

Certains cultivars d'Abricotier comme « Luizet » ou « Polonais » fructifient mal dans la zone littorale méditerranéenne alors que leur production est normale dans des régions plus continentales.

Les recherches entreprises ont eu pour but de déterminer par l'intermédiaire de quels mécanismes s'établit cette différence de production d'une région à l'autre et quel en est le déterminisme.

Des arbres adultes des deux cultivars ont été l'objet d'observations très précises portant sur l'évolution des bourgeons à fleur depuis leur origine jusqu'à leur épanouissement et sur la croissance des principales formations fructifères de l'arbre.

Une initiation florale faible, un nombre relativement réduit de coursonnes, formations fructifères les plus productives de l'Abricotier, un pourcentage élevé de bourgeons à fleur à différenciation perturbée, permettent de rendre compte de la faible production de « Luizet » et « Polonais » sous le climat du littoral méditerranéen.

Le déterminisme de ces différents facteurs de faible production n'a pu être précisé de façon complète.

Cependant, certains faits permettent de penser qu'une dynamique de la croissance différente d'une région à l'autre, pourrait être à l'origine des comportements divergents mis en évidence à certains niveaux de la mise à fleur.

INTRODUCTION

La diversité des exigences climatiques et édaphiques des types botaniques existant au sein des espèces végétales est un fait établi depuis longtemps.

Les travaux de Turesson sur la constitution des écotypes représentent à cet égard un travail exemplaire.

Chez les espèces cultivées et en particulier chez les espèces fruitières, les diffé-

rences de comportement des cultivars en fonction des conditions de milieu, notamment des données climatiques, constituent un facteur essentiel du choix variétal.

Cependant, il existe à cet égard des différences de comportement importantes non seulement entre les espèces mais aussi entre les cultivars d'une même espèce.

Dans ce domaine, la situation de l'Abricotier (*Prunus armeniaca* L.) apparaît comme tout à fait particulière : l'espèce manifeste une grande plasticité puisqu'il en existe des formes cultivées dans des conditions climatiques aussi différentes que celles de l'état du Michigan aux États-Unis et des oasis sahariennes.

Par contre, chaque cultivar d'Abricotier possède des exigences climatiques si étroitement définies, que son aire de culture reste très restreinte ; seul, « Canino » semble faire exception à la règle dans le Bassin méditerranéen. C'est la raison pour laquelle il n'existe pas chez l'Abricotier de cultivar d'importance majeure suffisamment plastique pour connaître une extension universelle comme c'est le cas pour « Redhaven » chez le Pêcher, « Golden Delicious » chez le Pommier ou « William's » chez le Poirier.

C'est ainsi qu'en France un cultivar comme « Luizet » reste limité au Nord de la Vallée du Rhône. « Polonais » ne donne satisfaction que dans la zone comprise entre Nîmes et Valence. Ces deux cultivars se montrent pratiquement improductifs dans les autres zones importantes de culture de l'Abricotier en France, et notamment, dans le Roussillon. (A titre indicatif, sur des arbres de même âge greffés sur porte-greffe franc, les productions sont de l'ordre de 45 à 55 kg pour « Canino », 0,600 kg à 3 kg pour « Luizet », 10 à 15 kg pour « Polonais » dans la région de Manduel, 30 à 40 kg pour le « Polonais » cultivé à Nyons.)

Cette situation est connue depuis longtemps des arboriculteurs techniciens et chercheurs (Crossa-Raynaud, 1961).

Cependant la première approche scientifique du phénomène ne remonte qu'à 1962. Elle a été entreprise par la Station d'Arboriculture du Centre de Recherches de Bordeaux (J. Huet) avec, comme premier objectif, une meilleure compréhension des mécanismes déterminant la faiblesse ou la nullité de la fructification, dans certaines conditions climatiques, de cultivars normalement productifs dans des conditions différentes.

A cet effet, la Station d'Arboriculture du Centre de Recherches de Bordeaux implanta dans des zones climatiques très diverses (Tunisie, Suisse, Espagne, France), une même collection restreinte de cultivars représentant une gamme bien définie de types variétaux caractéristiques (« Polonais », « Luizet », « Colomer », « Canino », « Rouge du Roussillon », « Royal »).

Ce sont ces travaux préliminaires qui ont permis au Laboratoire d'Arboriculture fruitère du C. R. A. M. d'aborder l'étude de cette question en 1970.

Les connaissances disponibles au début de ce travail se limitaient aux éléments suivants :

— « Luizet » et « Polonais » dont les aires de culture favorables viennent d'être rappelées, ne fructifient pas en Roussillon.

— Au Domaine expérimental I. N. R. A. des Garrigues à Manduel, la production de « Luizet » est insignifiante, celle de « Polonais » faible et surtout très irrégulière.

— Par contre, « Canino » fructifie normalement dans toute la zone méditerranéenne dans la mesure où les fleurs échappent à la fois aux gelées de printemps et aux attaques de Monilia.

— En Espagne, dans les vergers plantés à Saragosse d'une part, à Tarragonne d'autre part, à l'initiative de la Station d'Arboriculture du Centre de Recherches de Bordeaux, la fructification de « Polonais » est satisfaisante à Saragosse, très faible ou nulle à Tarragonne.

— Pour « Luizet », la fructification, moyenne à Saragosse, est nulle à Tarragonne.

— En l'absence de gelées et de Monilia, « Canino » produit normalement dans les deux situations.

Par contre, aucune donnée précise n'existait quant aux causes immédiates de l'absence de production plus ou moins totale des cultivars « Luizet » et « Polonais » :

— non-formation de bourgeons à fleur ;

— chute de ces bourgeons à fleur à un stade quelconque de leur évolution ;

— combinaison de ces deux modalités.

C'est pourquoi les deux premiers objectifs fixés au travail entrepris ont été les suivants :

— préciser la nature et le moment d'apparition des anomalies de développement qui, chez les cultivars « Luizet » et « Polonais » plantés en situation géographique défavorable, se traduiront par une fructification faible ou nulle ;

— essayer de déterminer le mécanisme d'induction de ces anomalies.

Le présent article répond dans une large mesure à la première de ces deux interrogations.

Il apporte des éléments de réponse encore fragmentaires à la seconde.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une partie des observations a été effectuée dans les vergers du domaine expérimental I. N. R. A. des Garrigues à Manduel, sur des arbres de huit ans greffés sur franc d'abricotier, moyennement chargés afin d'éviter le phénomène d'alternance.

Des conditions climatiques différentes ont été recherchées dans un certain nombre de vergers qui nous ont permis de faire des études comparatives ; il s'agit :

— pour le cultivar « Luizet », de vergers implantés dans la Vallée du Rhône à Glun (Ardèche) ;

— pour le cultivar « Polonais », de vergers implantés au domaine expérimental du S. E. I. à Saint-Marcel-les-Valence, dans le Nyonsais (Drôme), dans le Languedoc, région de Saint-Geniès et Pézenas (Hérault), dans le Roussillon, dans un verger du Lycée agricole de Perpignan.

A. — *Méthodes d'études de la nature et du moment d'apparition des anomalies de développement des bourgeons à fleur chez les cultivars « Luizet » et « Polonais »*

En dehors des zones de culture favorables précédemment définies, on constate sur ces cultivars :

a) Une formation faible ou très faible de bourgeons à fleur. C'est le cas de « Luizet » à Nîmes, de « Polonais » à Perpignan.

b) Des anomalies de développement des bourgeons à fleur formés.

a) *Formation faible ou très faible de bourgeons à fleur.*

Les différences observées quant à l'importance de l'initiation florale peuvent être numériquement concrétisées par le comptage des bourgeons à fleur sur des rameaux ou des coursonnes. Les résultats sont exprimés en nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire de rameau ou de coursonne. Ce nombre représente la « valeur numérique » de l'initiation florale.

b) *Anomalies de développement des bourgeons à fleur formés.*

Trois types d'anomalies peuvent être rencontrés :

1. *Chute des bourgeons à fleur.*

Elle est mise en évidence par des comptages hebdomadaires sur des rameaux et coursonnes — échantillons préalablement repérés et décrits niveau par niveau. Les observations destinées à mettre en évidence ces chutes de bourgeons à fleur débutent dès la fin des différents stades de différenciation normale des pièces florales, c'est-à-dire début novembre. Elles sont poursuivies tout au long de la période hivernale de façon à déterminer le rythme des chutes de bourgeons à fleur.

2. *Altération des bourgeons à fleur.*

L'augmentation brutale des chutes de bourgeons à fleur observées certaines années, en particulier sur le cultivar « Polonais », au moment du gonflement des bourgeons à fleur, nous a incités à étudier de façon plus précise le phénomène, au cours de la période hivernale.

Dès le mois de novembre, et selon une périodicité d'une dizaine de jours, des rameaux et des coursonnes sont prélevés dans des conditions climatiques différentes et observés niveau par niveau. Chacun des bourgeons à fleur est coupé dans un plan sagittal et examiné à la loupe binoculaire. On peut ainsi mettre en évidence à côté de bourgeons normalement constitués, des bourgeons présentant des altérations de nature nécrotique (TABUENCA, 1973) sur des pièces florales nettement différenciées. Les pièces florales les plus couramment atteintes sont le pistil et les étamines.

3. *Perturbation de la différenciation des pièces florales.*

Aux deux catégories de bourgeons à fleur précédemment définies, s'ajoute une troisième catégorie de bourgeons révélée par l'observation à la loupe binoculaire : des bourgeons à fleur « retardés » Nous qualifions ainsi les bourgeons à fleur à l'intérieur desquels le pistil ou les étamines ne sont pas complètement différenciés. Cette perturbation de la différenciation apparaît très tôt à l'examen à la loupe binoculaire ; dès la deuxième quinzaine du mois de novembre, on peut nettement la distinguer.

Le devenir de ces bourgeons reste encore du domaine des hypothèses. Il paraît certain cependant qu'une proportion non-définie chute à l'état de bourgeon au cours de la période hivernale ; l'autre partie poursuit une évolution d'apparence normale. Ces derniers gonflent et s'épanouissent ; seule, une observation au stade pleine floraison permet de mettre en évidence cet aspect de l'évolution des bourgeons retardés. La chute dans ce dernier cas, a lieu au stade « fleur » ou même parfois au stade « petit fruit ».

B. — *Méthodes d'étude du déterminisme de ces anomalies*

a) *Besoins en froid hivernal.*

Ils ont été étudiés pour le cultivar « Polonais » sur des arbres plantés au domaine expérimental I. N. R. A. des Garrigues à Manduel. La méthode utilisée a été celle décrite par TABUENCA en 1968.

Elle consiste à déterminer le moment où des bourgeons à fleur prélevés sur des arbres placés en conditions naturelles, deviennent aptes, au cours de l'automne ou de l'hiver, à se développer activement après un séjour d'une semaine à 20 $\pm$ 1°C.

Le critère d'activité retenu est l'accroissement du poids sec de bourgeons consécutivement au séjour à 20 $\pm$ 1°C des rameaux porteurs.

Les déterminations sont effectuées de la façon suivante : Dès le mois de novembre on prélève chaque semaine sur les arbres dix rameaux identiques. Cinq de ces rameaux dont la partie basale est placée dans de l'eau, sont maintenus pendant une semaine à une température constante de 20 $\pm$ 1°C. Sur les cinq rameaux restant on prélève cinquante bourgeons à fleurs que l'on place, après ablation des écailles et du pédoncule, dans une étuve à 70°C jusqu'à ce que leur poids demeure constant.

De la même façon, on prélève cinquante bourgeons à fleur sur les cinq premiers rameaux à l'issue de leur exposition à 20 $\pm$ 1°C et on détermine leur poids sec.

Tant que les besoins en froid des bourgeons à fleur provenant d'arbres placés en conditions naturelles n'ont pas été satisfaits, le poids sec de ces deux séries de bourgeons reste pratiquement identique. Au contraire, dès que ces besoins ont été comblés, le séjour à 20°C provoque un accroissement considérable du poids des bourgeons comparé à celui des bourgeons prélevés à la même date, séchés et pesés immédiatement après le prélèvement.

Cette méthode permet de déterminer la date de la fin de la période de repos et donc de connaître la quantité de froid reçue à cette date par les arbres placés dans un verger à proximité immédiate duquel existe un poste météorologique.

b) *Étude de la croissance des pousses végétatives.*

Le comportement végétatif des mêmes cultivars d'Abricotier placés dans des conditions climatiques diverses, est parfois très sensiblement différent. En zone peu favorable à la production d'un cultivar, le port de l'arbre est plus souple, les pousses bien souvent plus vigoureuses, les petites productions fruitières typiques de l'Abricotier (coursonnes) plus longues et plus grêles.

Ces particularités de croissance sont, semble-t-il, en relation directe avec la fructification du cultivar.

L'étude de la croissance végétative des cultivars « Luizet » et « Polonais » a été réalisée au domaine expérimental I. N. R. A. des Guarrigues à Manduel et comparée à la croissance végétative du cultivar « Canino » dans les mêmes conditions.

Sur des arbres préalablement choisis, un échantillon de cent bourgeons à bois est repréré au moment où les bourgeons à fleur sont au stade « bouton blanc ».

Afin de faciliter et de normaliser les observations, des stades de débourrement ont été définis de la manière suivante :

Stade d.

Gonflement du bourgeon à bois.

Stade D.

Au sommet du bourgeon à bois on distingue très nettement une petite pointe verte.

Stades Fl_1, Fl_2, Fl_3.

Une, deux ou trois feuilles étalées. Le stade Fl_3 a été présenté à titre d'exemple (fig. 1).

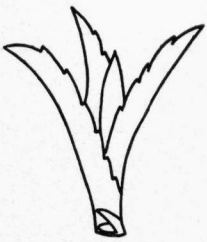


FIG. 1. — *Évolution du bourgeon à bois : stade repère Fl_3*

Le stade Fl_3 atteint, l'observation suivante est matérialisée par la première mesure d'allongement de la jeune pousse. Les mensurations des pousses sont réalisées à intervalle fixe d'une semaine. La période d'allongement des pousses de l'Abricotier est plus ou moins longue pour un cultivar déterminé. Dans tous les cas, on assiste en fin de croissance (première quinzaine de mai) au dessèchement de l'apex. Après un arrêt de végétation plus ou moins long, certains rameaux ou coursonnes reprennent une activité de croissance (fig. 2) due à l'entrée en végétation du premier ou du second bourgeon à bois axillaire au-dessous de l'apex. Nous assistons alors à une « deuxième période de croissance » du rameau ou de la coursonne (fig. 3, fig. 4).

Cette deuxième période d'activité végétative est observée selon la méthode décrite précédemment.

Ces études ont été réalisées également dans des conditions climatiques différentes à Valence et à Nyons (Drôme), Saint-Geniès et Pézenas (Hérault), Perpignan (P.-O.) pour le cultivar « Polonais ».

On a pu ainsi comparer entre eux les allongements moyens journaliers observés sur deux types de rameaux et coursonnes :

— rameaux et coursonnes à une seule période de croissance ;
— rameaux et coursonnes à deux périodes de croissance nettement individualisées.

L'étude de l'importance de l'initiation florale, déterminée de façon concrète par le nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire de rameau, en fonction des observations sur la croissance végétative, permet d'établir des relations entre :

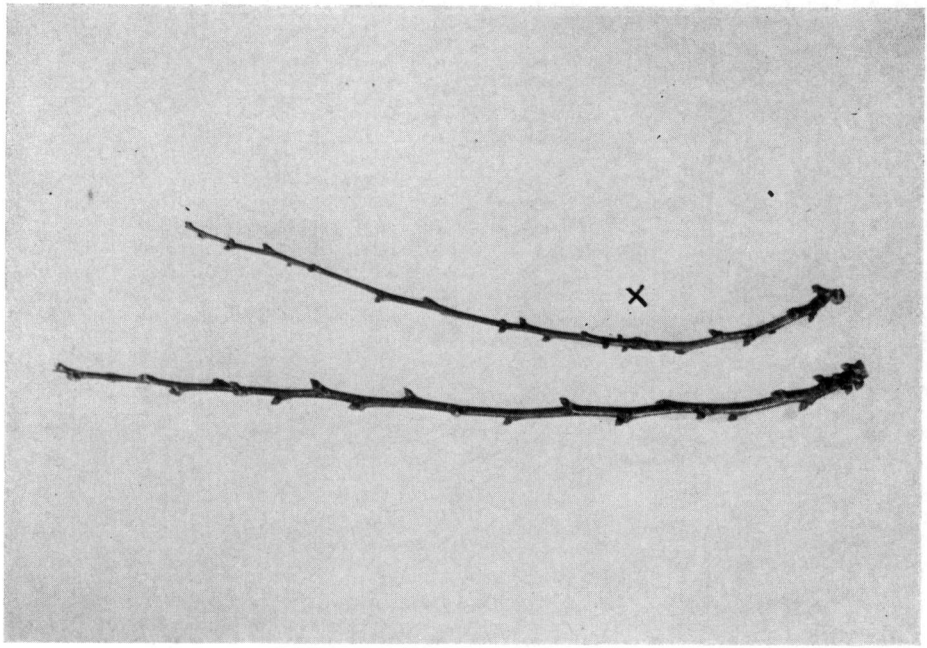


FIG. 3. — *Types de rameaux d'Abricotier, cultivar « Polonais »* ; à gauche : *rameau avec une seule période de croissance* ; à droite : *rameau avec deux périodes de croissance* (X reprise d'activité)

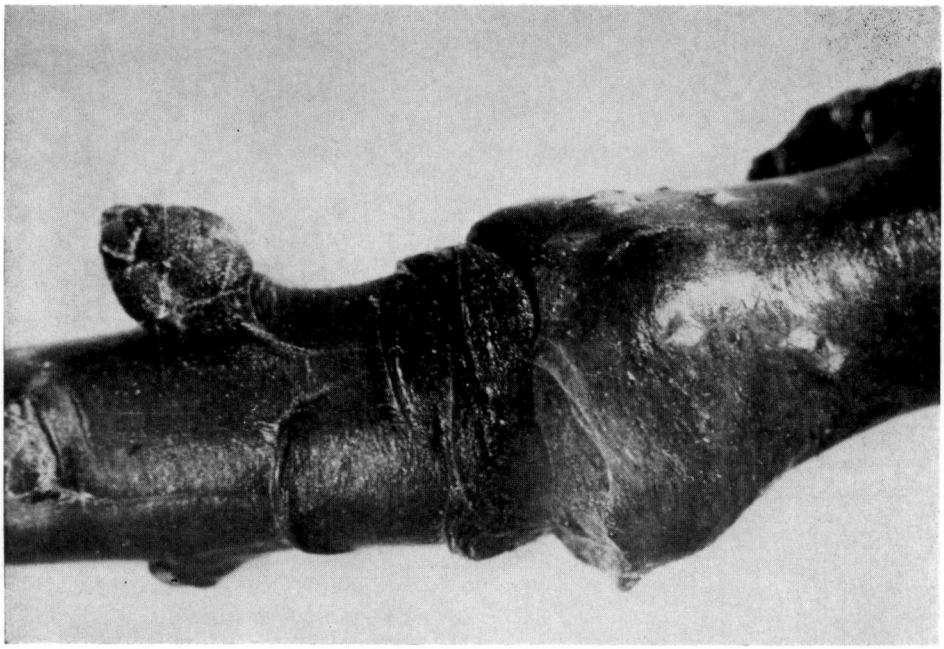


FIG. 2. — *Reprise de croissance sur un rameau du cultivar « Polonais »*

— les caractéristiques de la croissance végétative et

— l'importance de l'initiation florale pour un même cultivar dans des conditions climatiques différentes ;

— la fréquence et aussi la nature des anomalies de constitution ou d'évolution des bourgeons à fleur et

— la localisation de ces bourgeons :

- sur des rameaux à une seule période de croissance,
- sur chacune des deux parties des rameaux à deux périodes de croissance.

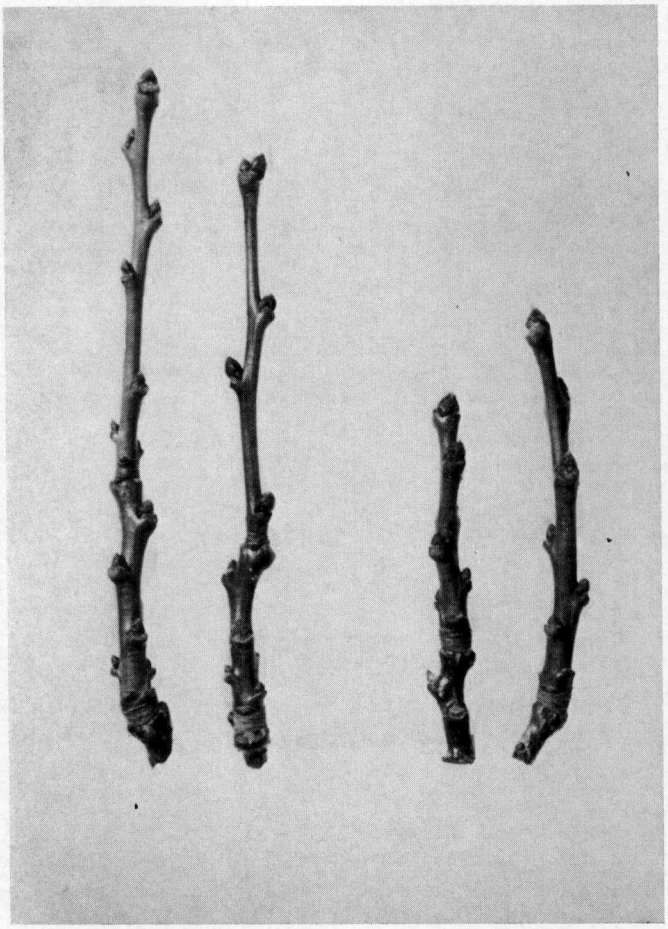


FIG. 4. — *Différents types de coursonnes observés ;*
à gauche : *deux coursonnes présentant deux périodes de croissance ;*
à droite : *coursonnes avec une seule période de croissance*

c) *Modification de la croissance par des facteurs artificiels.*

Cette étude est la conséquence directe des résultats obtenus en comparant dans des milieux différents mais pour un même cultivar, les rythmes d'accroissements journaliers des rameaux et coursonnes et l'importance de l'initiation florale sur ces mêmes formations.

Elle a été conçue en vue de rechercher l'action possible de techniques de contrôle de la croissance, appliquées à des périodes de l'année nettement définies, sur le rythme de la croissance des rameaux et des coursonnes d'une part, sur l'importance de l'initiation florale d'autre part.

Cette action a été étudiée par l'intermédiaire d'un agent chimique et au moyen d'interventions mécaniques en milieu défavorable à la formation des bourgeons floraux.

1. *Contrôle de la croissance par voie chimique.*

Nous avons utilisé sur les cultivars « Polonais » et « Luizet » des pulvérisations de 2,2-diméthylhydrazide de l'acide succinique (SADH, Alar, B. Nine, Aminoside) à la concentration unique de 2 000 mg/l. Sur le cultivar « Luizet », les pulvérisations ont eu lieu au cours de la première période de croissance et dès le début de la deuxième période ; uniquement à cette dernière date pour le cultivar « Polonais ». Pour chacun des cultivars, croissance et fructification sont comparées à celles observées sur un arbre témoin non-traité.

2. *Action des pincements en vert sur la croissance.*

Dans le but de supprimer l'action directe d'une pulvérisation de SADH sur l'initiation florale mentionnée par de nombreux auteurs, une série de pincements en vert a été mise en place au cours de la période végétative.

Ces interventions manuelles ont eu lieu les 6, 13, 20, 27 avril, 4, 10, 18, 25 mai, 1, 8, 15 juin, 3, 4, 20 juillet.

A la suite des différents pincements, le débourrement des bourgeons à bois axillaires qui entrent en végétation à la suite de la suppression de l'apex, est repéré selon les stades précédemment définis ; la croissance complète de chacune des pousses qui en sont issues, est déterminée par des mensurations hebdomadaires. Pour parvenir à une étude plus précise de l'action des différents pincements nous avons utilisé deux critères mettant en jeu la croissance et l'initiation florale :

— L'indice de débourrement, qui correspond au rapport

$$R_1 = \frac{\text{Nombre de rameaux pincés et débourrés}}{\text{Nombre de rameaux pincés non-débourrés}}$$

Ce rapport permet notamment de mettre en évidence l'influence de la date du pincement sur la reprise d'activité des bourgeons à bois.

— L'initiation florale matérialisée par le nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire de la repousse après pincement.

A la suite de ces observations, la qualité de la différenciation des bourgeons à fleur formés sur les pousses issues du pincement, est comparée à celle des bourgeons portés par la fraction provenant de la seconde période de croissance de rameaux d'arbres témoins.

RÉSULTATS

I. — *Nature et moment d'apparition des anomalies de développement des bourgeons à fleur*

A) *Initiation florale faible ou très faible de bourgeons à fleur.*

Les comptages effectués sur des rameaux et coursonnes d'arbres de cultivars « Luizet », « Polonais » et « Canino » placés dans des conditions climatiques différentes, mettent en évidence une faible à très faible initiation florale dans les zones qualifiées de peu favorables à un cultivar (« Luizet » ou « Polonais ») déterminé.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 1 où sont comparées, les valeurs numériques de l'initiation florale sur « Canino », « Luizet » et « Polonais » en un même lieu (Domaine expérimental I. N. R. A. des Garrigues à Manduel), ainsi que celle observée pour le cultivar « Luizet » à Manduel et dans la Vallée du Rhône (Glun, Ardèche), pour le cultivar « Polonais » à Manduel et à Nyons.

B) *Anomalies de développement des bourgeons à fleur formés.*

1. *Chutes des bourgeons à fleur.*

Elles ont été suivies au cours de la période hivernale sur le cultivar « Polonais » en cinq régions différentes. Le tableau 2 résume les résultats obtenus et met en évi-

dence une augmentation des chutes à l'époque du gonflement des bourgeons à fleur (deuxième quinzaine de mars).

2. *Altérations des bourgeons à fleur.*

L'étude de ces altérations a été réalisée en laboratoire sur le cultivar « Polonais » selon la méthode définie précédemment.

TABLEAU I

Valeurs numériques de l'initiation florale comparées pour les cultivars « Canino », « Luizet » et « Polonais » sur rameaux et coursonnes

Cultivar	Origine des observations	Nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire					
		Rameaux à une seule période de croissance	Coursonnes à une seule période de croissance	Rameaux à 2 périodes de croissance		Coursonnes à 2 périodes de croissance	
				Première croissance	Deuxième croissance	Première croissance	Deuxième croissance
« Canino »	Manduel (30)	76	139	24	54	41	109
« Polonais »	Manduel (30)	49	25	21	97	20	84
	Nyons (26)	80	137	54	129	42	98
« Luizet »	Manduel (30)	12	3	2	13	0,2	17
	Glun (07)	72	122	27	35	38	101

TABLEAU 2

Chutes en p. 100 des bourgeons à fleur sur le cultivar « Polonais » dans des conditions climatiques différentes au cours de la période hivernale

	Pourcentage de chutes des bourgeons à fleur par quinzaine									
	du 1 au 15-11	du 16 au 30-11	du 1 au 15-12	du 16 au 31-12	du 1 au 15-1	du 16 au 31-1	du 1 au 15-2	du 16 au 28-2	du 1 au 15-3	du 16 au 31-3
Manduel (30)		0,14	0,56	0,62	1,3	2,3	4,3	6,8	8,3	48,4
Pézenas (34)						0,6	3,2	5,2	7,1	34,3
Perpignan (66)							0,4	1,6	4,9	32,2
Nyons (26)				0,11	0,4	0,7	1,03	2,6	3,2	16,0
Valence (26)						0,5	1,2	3,1	3,8	15,9

Les bourgeons à fleur où l'on observe des altérations de nature nécrotique sont bien différenciés.

La faible initiation florale des cultivars « Polonais » et « Luizet » cultivés à Manduel est nettement mise en évidence. En présence de rameaux ou de coursonnes à deux

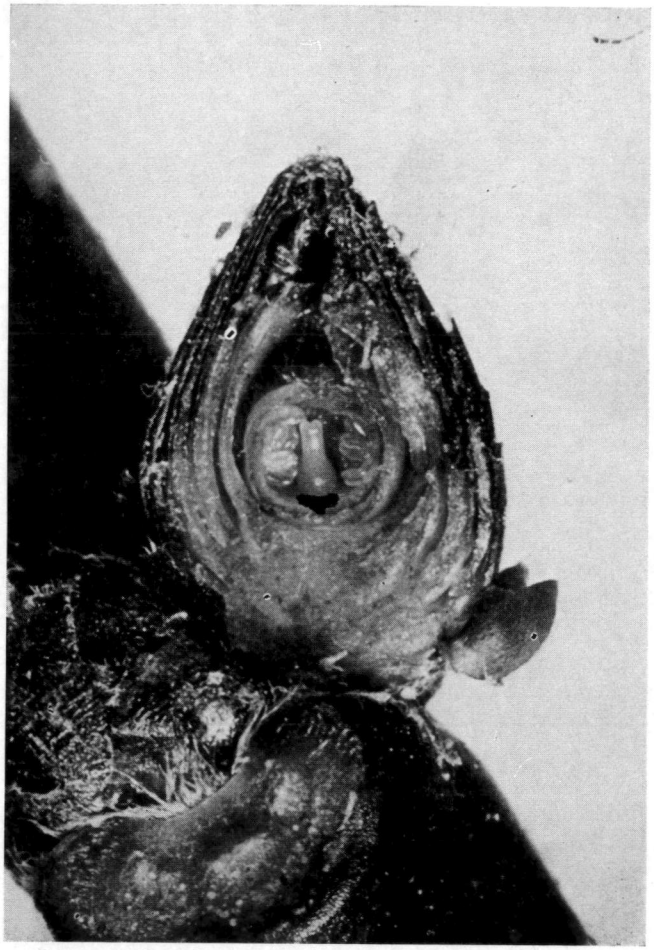


FIG. 5. — *Altération nécrotique sur bourgeons à fleur d'Abricotier cultivar « Polonais » : base du pistil altérée*

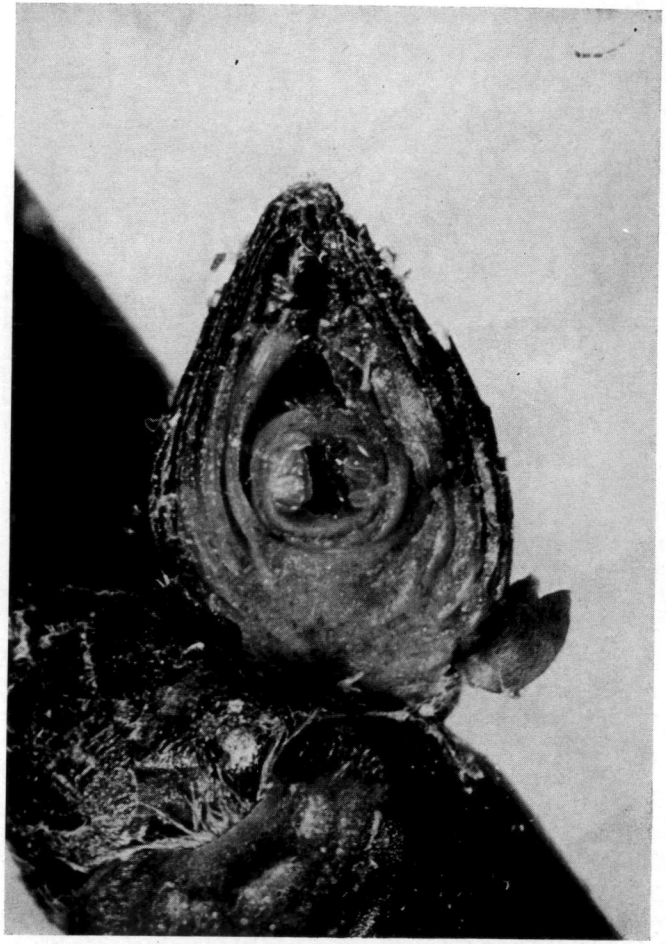


FIG. 6. — *Bourgeon à fleur d'Abricotier, cultivar « Polonais » présentant une altération généralisée du pistil*

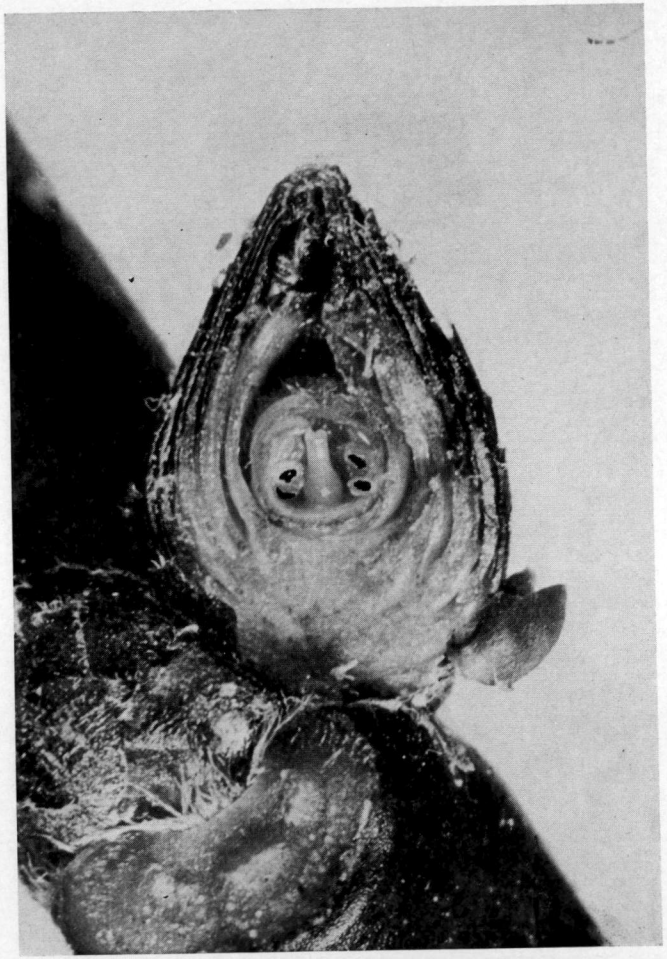


FIG. 7. — *Altérations nécrotiques sur étamines d'un bourgeon à fleur d'Abricotier*

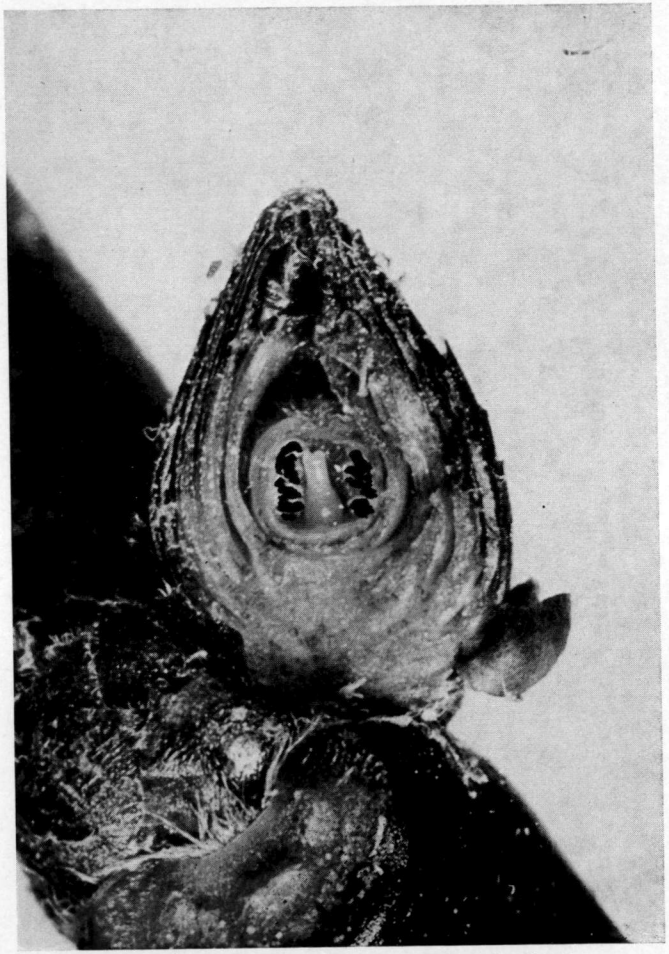


FIG. 8. — *Altération nécrotique généralisée de l'androcée. Bourgeon à fleur, cultivar « Polonais »*

périodes de croissance, l'initiation florale sur la première période de croissance est très faible en toutes régions. Cette anomalie est d'autant plus accentuée que les observations sont faites dans des régions (dans notre exemple Manduel) de non-productivité.

Les observations qui ont permis d'établir le tableau des résultats concernant les chutes des bourgeons à fleur dans des conditions climatiques différentes, ont été faites sur un échantillon de rameaux préalablement repérés. Les résultats sont cumulés par quinzaine.

Elles mettent nettement en évidence que dans des zones sous influence du climat méditerranéen on observe les plus forts pourcentages de chutes des bourgeons à fleur.

Les pièces florales atteintes sont dans la majorité des cas le pistil ou les étamines.

L'altération du pistil la plus fréquente se situe à sa base (fig. 5). L'importance des altérations pistillaires est variable ; limitées parfois à un simple point de nécrose, elles peuvent s'étendre à la totalité du pistil (fig. 6). Les altérations des étamines présentent de la même façon une évolution allant d'une anthère à la totalité de l'androcée (fig. 7 et 8). Des altérations simultanées du pistil et de l'androcée ont été observées ; c'est, semble-t-il dans bien des cas une évolution des altérations observées sur le pistil ou l'androcée. Cette évolution n'est cependant pas générale pour tous les bourgeons à fleur. En fin de période hivernale on peut en effet observer des bourgeons à fleur présentant encore des altérations partielles.

La nature et l'évolution de ces altérations de nature nécrotique dans le bourgeon à fleur du cultivar ont été suivies comparativement sur rameaux et sur coursonnes dans des régions climatiquement différentes :

— *Altérations sur rameaux* (fig. 9).

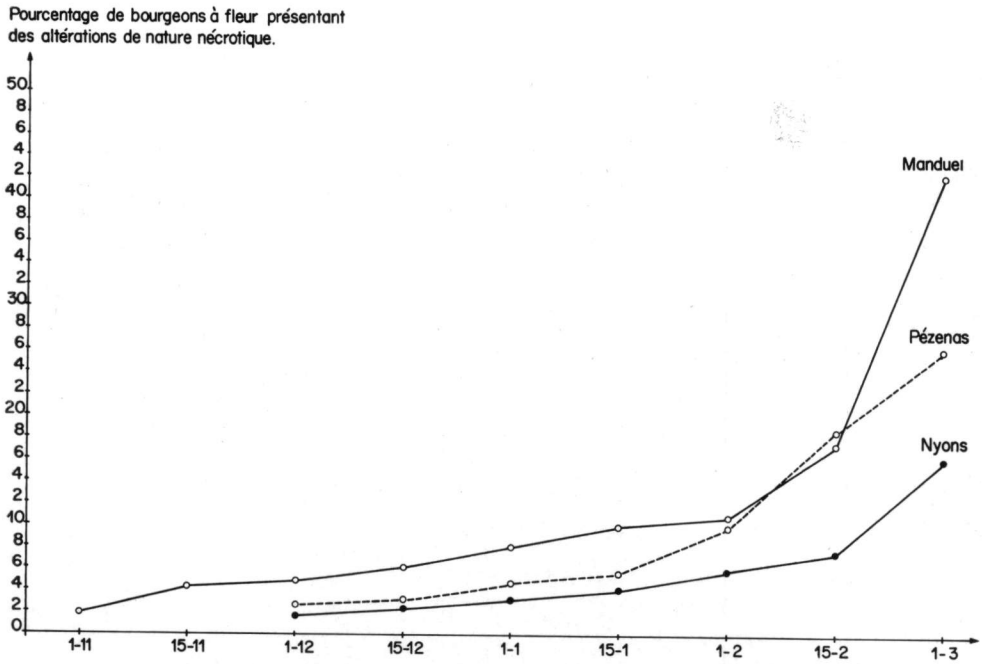


FIG. 9. — *Évolution sur rameaux fructifères au cours de la période hivernale, du pourcentage de bourgeons à fleur présentant des altérations nécrotiques* (cultivar « Polonais »)

Le pourcentage des bourgeons à fleur présentant une quelconque altération d'une ou de plusieurs pièces florales évolue peu en un même lieu et en fonction de conditions climatiques différentes jusqu'au 1er février environ. A cette date, on assiste à une augmentation du pourcentage des bourgeons à fleur altérés. Ce dernier augmente brutalement dès la deuxième quinzaine de février. Cette augmentation constatée en toutes régions, met en outre en évidence les régions où le cultivar « Polonais » est mal adapté ; on y observe un plus fort pourcentage de bourgeons à fleur altérés.

— *Altérations sur coursonnes* (fig. 10).

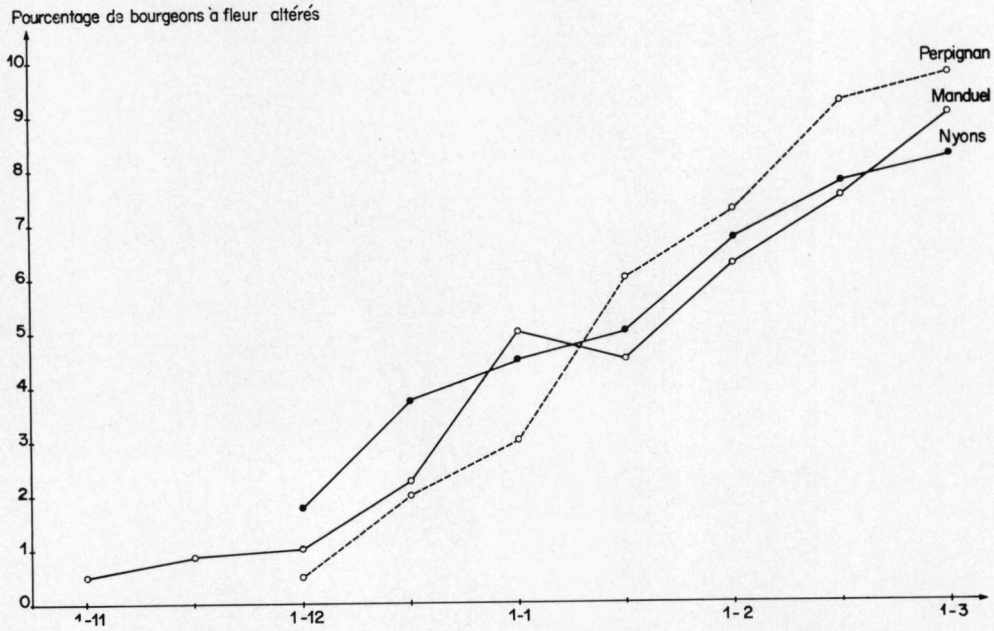


FIG. 10. — *Évolution sur coursonne du pourcentage des bourgeons à fleur présentant des altérations nécrotiques* (cultivar « Polonais »)

La même étude sur coursonne met en évidence une évolution différente du pourcentage des bourgeons à fleur atteint. Ce dernier, croît légèrement au cours de la période hivernale et de façon très comparable, dans des conditions climatiques différentes, sans présenter d'augmentation brutale en fin de période hivernale.

3. *Perturbation de la différenciation des pièces florales.*

Cette perturbation, mise en évidence par des observations à la loupe binoculaire, affecte, dans la majorité des cas, la différenciation du pistil. Cette dernière est incomplète, le pistil se présentant sous forme d'un dôme (fig. 11) ; le style est peu ou pas développé. Dans d'autres cas, se retard de différenciation affecte les étamines.

Le devenir de ces bourgeons n'a pu encore être défini de façon précise. Une observation au stade pleine floraison sur des rameaux du cultivar « Polonais » au domaine expérimental I. N. R. A. des Garrigues à Manduel, nous a permis d'établir que 4 p. 100 environ des fleurs épanouies, présente une perturbation dans la différen-

FIG. 11. — *Perturbation des pièces florales : aspect en dôme du pistil*

ciation des pièces florales. Ces fleurs sont évidemment non-fonctionnelles. Cette observation permet de penser que la plus grande partie des bourgeons à fleur où la différenciation est perturbée chute avant de s'épanouir.

II. — *Déterminisme des anomalies observées sur les bourgeons à fleur*

A) *Besoins en froid hivernal* (fig. 12).

Nous avons, selon la méthode précédemment décrite, étudié dans le cas du cultivar « Polonais », si dans des conditions climatiques déterminées sous lesquelles on constate des productions très fluctuantes (Domaine expérimental I. N. R. A. des Garrigues à Manduel, Gard), les besoins en froid étaient satisfaits. La brusque augmentation du poids sec des bourgeons à fleur ayant subi une température de 20 $\pm$ 1°C s'est située au 24 janvier ; à cette date, nous avions enregistré 1 122 heures au-dessous

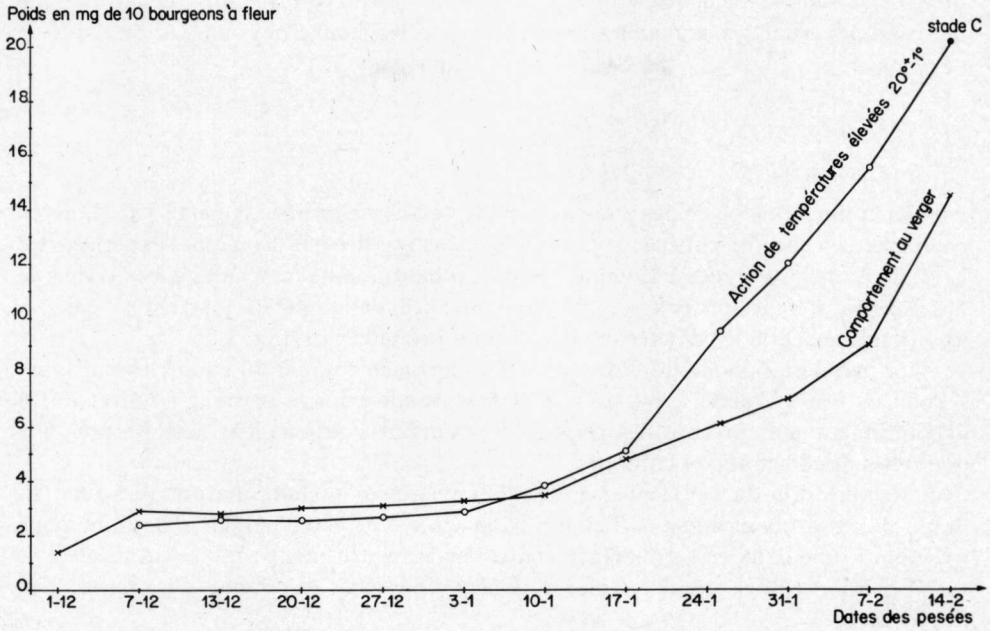


FIG. 12. — *Évolution du poids sec des bourgeons à fleur du cultivar « Polonais » au cours de la période hivernale ; variation de cette évolution pour des bourgeons à fleur maintenus à la température de 20 ± 1°C et pour ceux observés au champ*

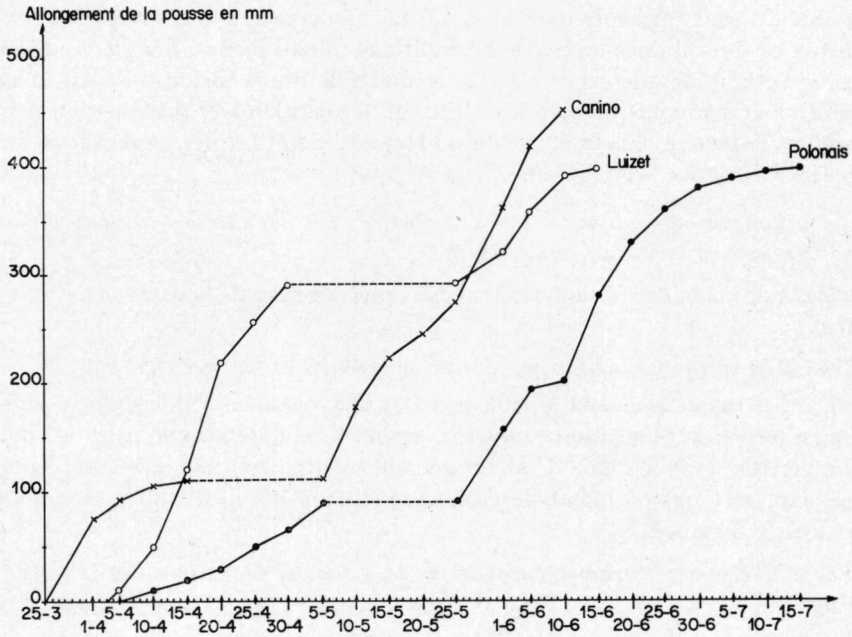


FIG. 13. — *Croissance végétative globale de rameaux ayant deux périodes de croissance pour les cultivars « Canino », « Polonais », « Luizet » observés dans des conditions climatiques identiques*

de 7°C. Il semble bien que dans ces conditions on ne puisse imputer au manque de froid hivernal les anomalies constatées sur les bourgeons à fleur du cultivar « Polonais ».

B) *Croissance des pousses végétatives.*

1. *Croissance globale des pousses.*

La croissance globale des pousses végétatives des cultivars « Polonais » et « Luizet » comparée à celle du cultivar « Canino » a été étudiée au Domaine expérimental I. N. R. A. des Garrigues à Manduel Gard. L'échantillon de rameaux choisis concerne des pousses présentant deux périodes de croissance, de manière à mettre en évidence les différentes périodes d'activité chez chacun des cultivars (fig. 13).

La première période de croissance, d'importance comparable pour les cultivars « Polonais » et « Canino », est brutale et très rapide pour le cultivar « Luizet ». De débourrement plus précoce, les pousses de « Canino » cessent leur activité plus tôt que celles des deux autres cultivars.

Au niveau de la deuxième période de croissance, les faits marquants sont : la durée de celle observée sur « Polonais », la vitesse de cette période d'activité pour « Canino », une deuxième croissance courte, mais relativement rapide sur « Luizet ».

Le fait essentiel semble résider dans des différences de vitesse d'accroissement des pousses.

2. *Allongements journaliers moyens observés sur des rameaux à une seule période de croissance* (cultivar « Polonais »).

Cette étude a été réalisée dans des conditions climatiques différentes. Les résulrats obtenus sont consignés dans la figure 14. Le départ en végétation de ce type de rameaux est brutal dans les diverses conditions climatiques où il a été étudié. Par la suite, le rythme de croissance est très comparable d'une région à l'autre, l'activité végétative étant moins précoce à Valence et Nyons (Drôme) du fait d'un début de printemps beaucoup plus frais que dans l'Hérault (Saint-Geniès, Pézenas) ou dans les Pyrénées-Orientales (Perpignan).

3. *Allongements journaliers moyens observés sur des rameaux à deux périodes de croissance* (cultivar « Polonais »).

Dans des conditions climatiques citées précédemment, nous avons étudié séparément :

a) *Les allongements journaliers moyens de la première croissance* (fig. 15).

Dans le cas de rameaux à deux périodes de croissance, l'allongement journalier moyen observé est plus grand comparativement à celui déterminé pour des rameaux à une période de croissance. Les allongements journaliers maxima étant enregistré d'une part à Nyons en début de croissance, à Saint-Geniès d'autre part en fin de période de croissance.

b) *Les allongements journaliers moyens de la deuxième croissance* (fig. 16).

Brutal à Saint-Geniès en début de croissance, l'allongement moyen à Nyons est faible et court ; ceux observés à Pézenas et à Perpignan se situant à des niveaux intermédiaires.

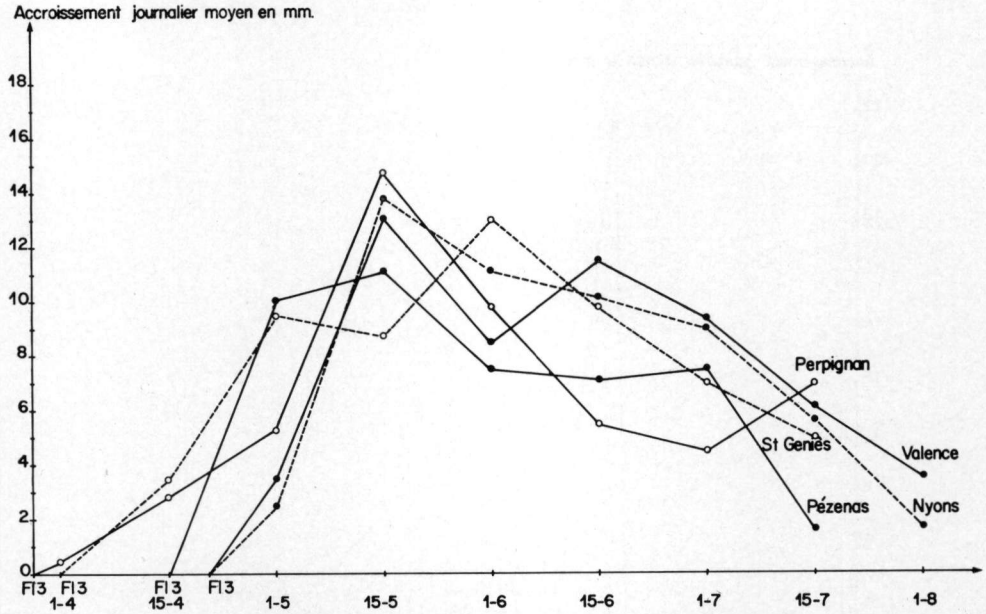


FIG. 14. — *Variation de l'allongement journalier moyen de rameaux présentant une seule croissance dans des conditions climatiques différentes* (cultivar « Polonais »)

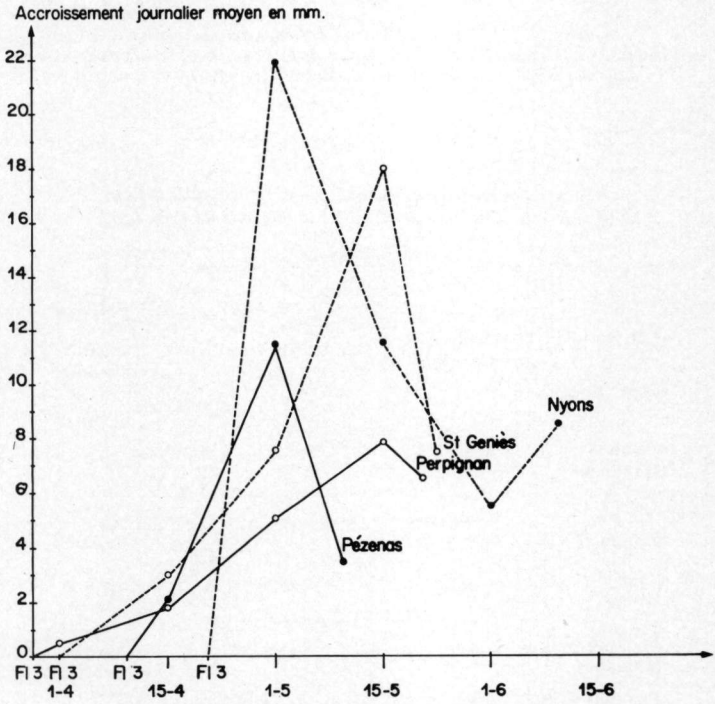


FIG. 15. — *Rameaux à deux périodes de croissance : variation de l'allongement journalier moyen sur la première croissance dane des conditions climatiques différentes* (cultivar « Polonais »)

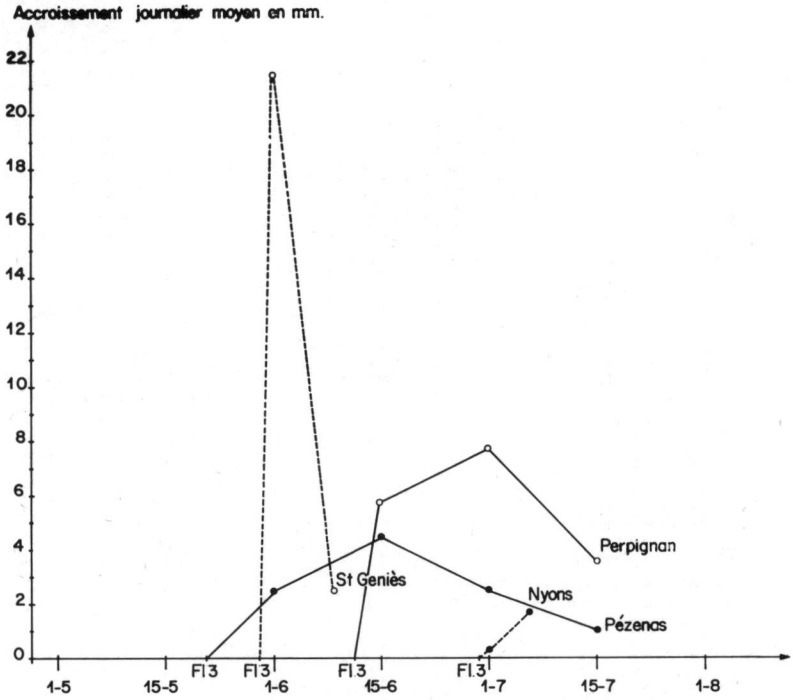


FIG. 16. — *Rameaux à deux périodes de croissance : variation de l'allongement journalier moyen de la deuxième période de croissance dans des conditions climatiques différentes* (cultivar « Polonais »)

TABLEAU 3

Répartition en p. 100 du nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire en fonction de la période de croissance

Cultivar	Nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire	Pourcentage bourgeons à fleur sur la 1re croissance	Pourcentage bourgeons à fleur sur la 2e croissance
« Canino » (Manduel)	78	29,4	70,6
« Luizet » (Manduel)	15	10,4	89,6
« Luizet » (Glun)	62	48,2	51,8
« Polonais » (Manduel)	51	12,7	87,3
« Polonais » (Nyons)	86	25,2	74,8

4. *Croissance végétative et anomalies observées sur les bourgeons à fleur.*

a) *Initiation florale.*

Les résultats pour les cultivars « Canino », « Polonais » et « Luizet » sont consignés dans le tableau 3.

L'influence d'une deuxième période de croissance apparaît comme prépondérante dans des conditions climatiques où la productivité des cultivars « Luizet » et « Polonais » est très faible ou très fluctuante.

L'initiation florale dans ces zones est en effet localisée principalement sur la partie du rameau formée au cours de la deuxième période de croissance.

L'importance du pourcentage de rameaux à deux périodes de croissance paraît être fonction des conditions climatiques comme l'indiquent les résultats consignés dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Répartition en p. 100 des rameaux présentant une et deux périodes de croissance en fonction de la position du rameau

(cultivar « Polonais »)

Localisation des observations	Rameaux terminaux		Rameaux sur plaies de taille	
	p. 100 1 croissance	p. 100 2 croissances	p. 100 1 croissance	p. 100 2 croissances
Nyons	79,5	20,3	95,7	4,2
Valence	68,0	32,0	68,7	31,1
St Geniès	61,2	38,7	55,3	44,6
Manduel	53,8	46,2	63,5	36,5
Perpignan	50,0	50,0	60,0	40,0
Pézenas	35,4	64,5	46,8	53,1

L'interprétation statistique (test de Snedecor) met en évidence des différences significatives au seuil de 0,01 par rapport au pourcentage obtenu à Nyons (zone de productivité pour le cultivar « Polonais ») pour les résultats obtenus dans le cas de Perpignan, Manduel, Pézenas quelle que soit la position des rameaux, Valence, Saint-Geniès dans le cas de rameaux sur plaies de taille.

Dans chaque région, l'étude a été réalisée sur 100 rameaux prélevés au hasard sur des arbres de production moyenne à raison de 4 répétions de 25 rameaux.

Sur des arbres du cultivar « Polonais » cultivés à Nyons et à Manduel, nous avons étudié la fréquence des coursonnes sur le bois âgé de deux ans et plus. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 5.

b) *Anomalies de développement des bourgeons à fleur.*

α. *Altérations de nature nécrotique des bourgeons à fleur.*

Les résultats de l'étude systématique de la présence d'altérations de nature nécrotique sur les bourgeons à fleur du cultivar « Polonais » en fonction du type de croissance observé, sont rassemblés dans le tableau 6. Nous avons réunis dans ce

TABLEAU 5

Fréquence des coursonnes sur des arbres du cultivar « Polonais » cultivé dans des conditions climatiques différentes

	Nombre de coursonnes au mètre linéaire	Coursonnes à une période de croissance	Coursonnes à deux périodes de croissance
Nyons	54	48	6
Manduel	28	9	19

TABLEAU 6

Résultats généraux des anomalies observées en fonction du rythme de croissance sur des arbres du cultivar « Polonais » dans des conditions climatiques différentes

(Nyons et Manduel)

		Nombre de rameaux et de coursonnes de chaque catégorie en p. 100 du nombre total	Initiation florale (Nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire)	Altérations de nature nécrotique (pourcentage de bourgeons atteints)	Perturbations de la différenciation (pourcentage de bourgeons affectés)
Rameaux à une seule période de croissance	Manduel	63,5	49	21,6	5,5
	Nyons	95,7	80	14,2	3,2
Rameaux à deux périodes de croissance	Manduel	36,5			
	Nyons	4,3			
– Première croissance	Manduel		21	23,4	5,6
	Nyons		54	12,5	2,7
– Deuxième croissance	Manduel		97	13,4	39,3
	Nyons		129	12,3	10,1
Coursonnes à une seule période de croissance	Manduel	30	25	9,0	1,5
	Nyons	90	137	8,2	0,4
Coursonnes à deux périodes de croissance	Manduel	70			
	Nyons	10			
– Première croissance	Manduel		20	1,8	2,7
	Nyons		42	0,7	1,9
– Deuxième croissance	Manduel		84	7,5	29,0
	Nyons		98	6,2	8,4

tableau les pourcentages obtenus à Nyons (Drôme) et ceux constatés à Manduel (Gard).

Dans les deux situations, le pourcentage de bourgeons atteints de nécrose est plus élevé sur rameaux que sur coursonnes. Les différences observées entre Nyons et Manduel sont d'amplitude limitée et non-significative.

β. *Perturbation de la différenciation des pièces florales.*

La fréquence des anomalies de différenciation des pièces florales en fonction des caractéristiques de la croissance végétative a pu être mise en évidence par l'observation systématique de bourgeons à fleur, de rameaux et de coursonnes échantillons.

Sur les rameaux et coursonnes ne présentant qu'une seule période de croissance, la présence de bourgeons à fleur dont certaines pièces florales manifestent un retard de différenciation, est rare.

Dans le cas des rameaux et des coursonnes ayant deux périodes de croissance, la majorité des bourgeons à fleur montrant une perturbation de la différenciation des pièces florales, se situe sur la deuxième croissance.

L'influence de la présence d'une deuxième période de croissance est déterminante sur le pourcentage observé de bourgeons à fleur présentant une perturbation de différenciation.

En effet, la différence globale importante observée entre les vergers de Nyons et de Manduel résulte de l'action de facteurs complémentaires et notamment :

— une différence importante du pourcentage de bourgeons perturbés sur la partie de la pousse formée au cours de la seconde période de croissance (39,3 à Manduel 10,1 à Nyons) ;

— une proportion nettement supérieure de rameaux à deux périodes de croissance à Manduel (36,5 p. 100) qu'à Nyons (4,3 p. 100).

En outre, dans les deux régions, le pourcentage de bourgeons atteints de perturbations de la différenciation sur la partie de la pousse formée au cours de la première période de croissance est faible ; il est pratiquement identique à Nyons (2,7 p. 100) et à Manduel (5,6 p. 100).

Ces résultats sont consignés dans le tableau général 6.

c) *Techniques de contrôle de la croissance.*

α. *Contrôle par voie chimique.*

Les pulvérisations de SADH sur les cultivars « Luizet » et « Polonais » ont ralenti le taux de croissance des pousses végétatives d'une façon sensible (fig. 17, 18, 19). La comparaison de deux dates de pulvérisation sur le cultivar « Luizet » met en évidence l'intérêt d'un traitement au départ de la deuxième période de croissance.

β. *Action des pincements en vert sur la croissance.*

Cette technique du pincement précoce entraîne des modifications importantes de la dynamique de la croissance et notamment l'émission de nouvelles pousses issues de bourgeons axillaires.

L'efficacité de cette intervention mécanique est maximale sur le contrôle de la croissance lorsqu'elle intervient pendant la première quinzaine de mai.

Ces deux techniques qui permettent d'intervenir sur la croissance, agissent aussi sur les différents aspects de la mise à fleur étudiés dans cet article.

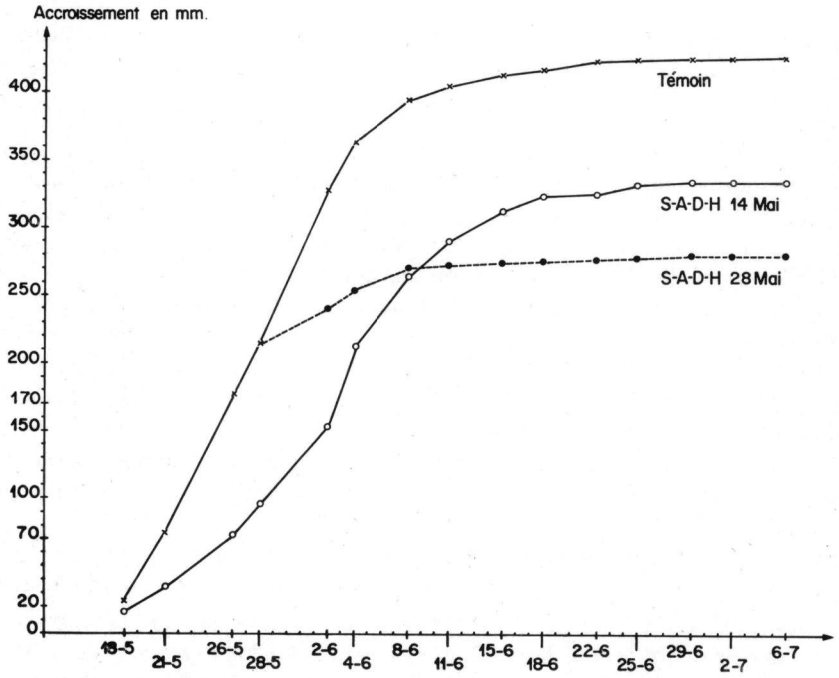


FIG. 17. — *Action de pulvérisations de SADH sur l'accroissement végétatif des rameaux du cultivar « Luizet » ; variation de cet accroissement au cours de la période végétative postérieure aux pulvérisations*

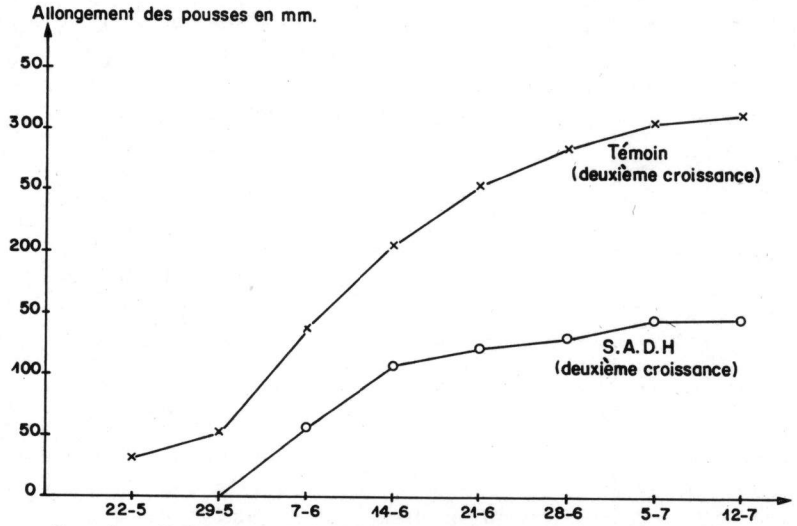


FIG. 18. — *Pulvérisation de SADH sur des rameaux du cultivar « Polonais » : variation comparée des rameaux témoins et rameaux traités au départ de la deuxième croissance*

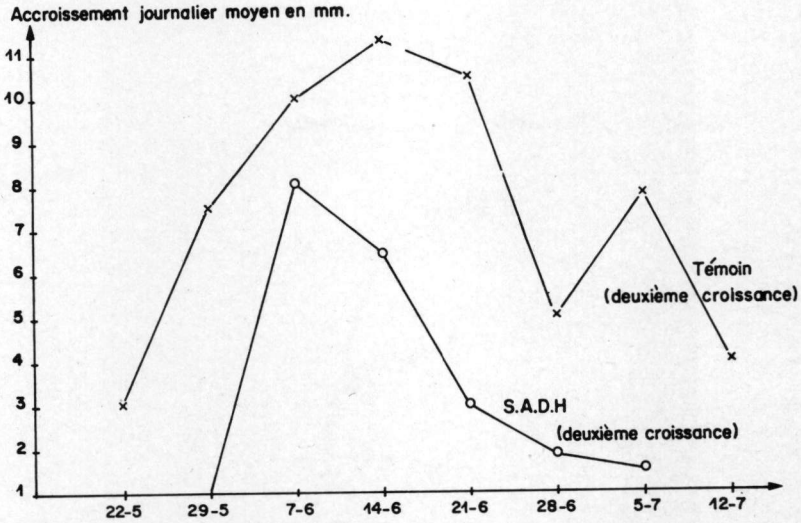


FIG. 19. — *Variation de l'accroissement journalier moyen des rameaux du cultivar « Polonais » à la suite d'une pulvérisation de SADH au moment de la reprise d'activité*

FIG. 20. — *Cultivar « Luizet » ; allure de la floraison sur rameaux témoins*

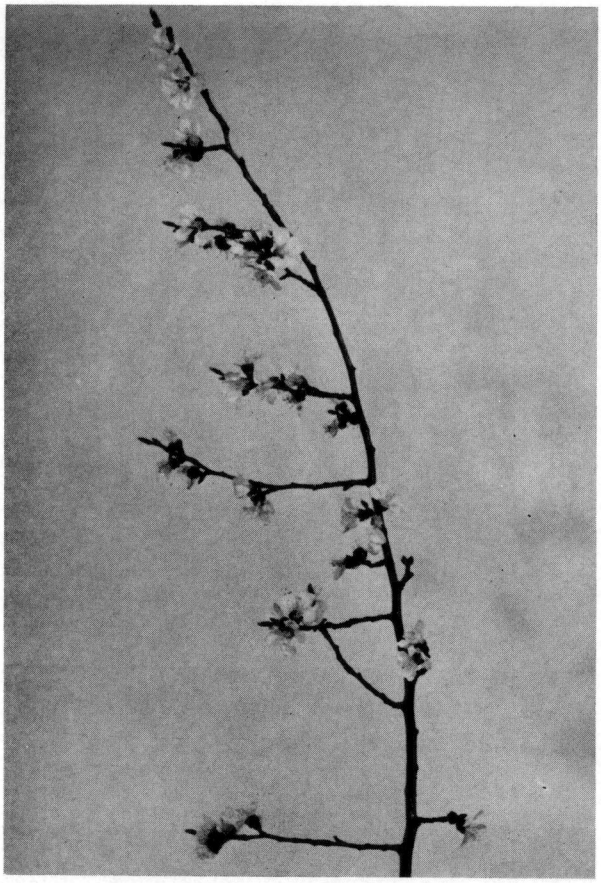


FIG. 21. — *Cultivar « Luizet » ; allure de la floraison à la suite d'une pulvérisation au SADH*

TABLEAU 7

Action de pulvérisations de SADH à la concentration de 2000 mg/l sur l'initiation des bourgeons à fleurs du cultivar « Luizet »

Traitements	Nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire	Localisation en p. 100 de l'initiation (échantillon 1 000 bourgeons à fleur)	
		Initiation sur la première croissance	Initiation sur la deuxième croissance
Témoin	15	13	87
SADH 2 000 mg/l appliqué à la première croissance	32	58	42
SADH 2 000 mg/l appliqué à la deuxième croissance	50	75	25

γ. *Contrôle de la croissance et anomalies sur les bourgeons à fleur.*

Initiation florale.

L'action du SADH sur le ralentissement de l'allongement des pousses végétatives a permis de mettre en évidence deux faits essentiels :

— une meilleure initiation florale-globale (fig. 20, 21) ;

— une initiation florale supérieure sur la partie des rameaux formés au cours de la première période de croissance pour les rameaux ayant deux périodes de croissance. Ces faits sont illustrés par le tableau 7.

L'action des pincements en vert est résumée dans le tableau 8.

TABLEAU 8

Influence du pincement en vert et de l'époque du pincement sur l'initiation florale
(cultivar « Luizet »)

Époque du pincement	Indice de débourrement $R_1 = \frac{\text{Nbre de rameaux pincés et débourrés}}{\text{Nbre de rameaux pincés non débourrés}}$	Nombre de bourgeons à fleur au mètre linéaire de la repousse
Témoin		14
6 avril	0,9	18
13 avril	1,1	16
20 avril	1,52	56*
27 avril	3,83	67*
4 mai	1,80	61*
10 mai	0,51	63*
18 mai	0,60	56*
25 mai	0,25	27
1er juin	0,15	11
8 juin	0,11	12
15 juin	0,41	10
4 juillet	0,02	9
20 juillet	0,02	8
3 août	0,01	4

* : significatif au seuil de 0,01.

L'analyse des valeurs de l'indice R, indice de débourrement, et du nombre de fleurs au mètre linéaire, permet de juger de l'opportunité de l'époque du pincement en vert (indice R_1 élevé) et de l'importance de l'initiation (nombre élevé de fleurs au mètre linéaire) (fig. 22 et 23).

L'époque la plus favorable dans les conditions de notre expérimentation se situe pendant la première quinzaine du mois de mai.

Anomalies de développement des bourgeons à fleur.

Altérations des bourgeons à fleur.

Les résultats des observations sur les pourcentages de bourgeons à fleur présentant des altérations de nature nécrotique, ne mettent pas en évidence des diffé-

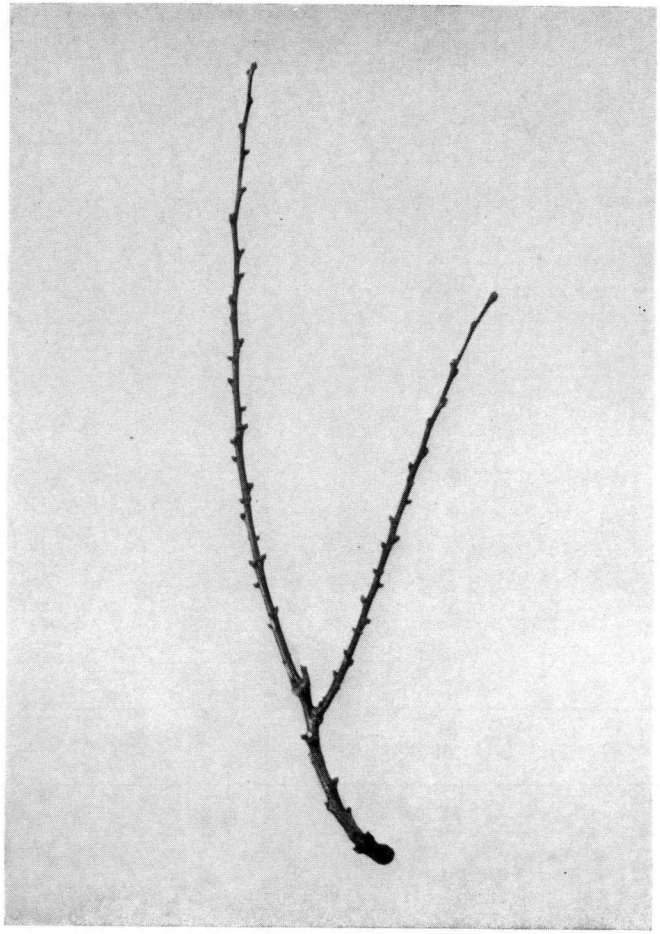


FIG. 22. — *Cultivar « Luizet » ; pincement en vert d'un rameau et départ de deux rameaux axillaires où la mise à fruit est importante*

FIG. 23. — *Cultivar « Luizet » ; action de pincements en vert sur la floraison*

rences significatives ; l'initiation florale supérieure sur les arbres ayant reçu une pulvérisation de S.A.D.H ou ayant subi des pincements en vert permettant seule d'espérer une meilleure fructification.

Perturbations de la différenciation des bourgeons à fleur.

Dans le cas des perturbations de la différenciation des pièces florales, il semble que la réduction de croissance par traitement chimique ou par le procédé mécanique du pincement en vert, ait eu pour effet une diminution du pourcentage des bourgeons à fleurs incomplètement différenciés (tabl. 9).

TABLEAU 9

Pourcentage de bourgeons à fleur présentant une perturbation de la différenciation des pièces florales après traitements destinés au contrôle de la croissance des rameaux

	Pourcentages de bourgeons à fleur présentant des perturbations de la différenciation
Arbres témoins cultivar « Polonais »	42
Arbres SADH cultivar « Polonais »	31,2
Arbres pincés cultivar « Polonais »	30,3
Arbres témoins cultivar « Luizet »	26,4
Arbres SADH cultivar « Luizet »	19,2
Arbres pincés cultivar « Luizet »	17,2

Si l'on examine le bilan d'ensemble des techniques de contrôle de la croissance, on constate qu'aussi bien par voie chimique que par voie mécanique, on obtient des modifications sensibles des caractéristiques de croissance.

Celle-ci est ralentie dans son rythme et réduite dans sa valeur globale par la pulvérisation de SADH.

Elle est décalée dans le temps et déplacée dans l'espace (émission de rameaux anticipés) par les pincements.

De même, ces techniques affectent de façon marquée l'importance de l'initiation florale représentée par le nombre de bourgeons à fleur formés par mètre linéaire de rameaux et de coursonnes, l'une et l'autre agissant dans le sens d'un accroissement de ce nombre.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'étude des mécanismes d'induction des différences observées depuis longtemps dans la fructification des arbres des deux cultivars d'Abricotier « Polonais » et « Luizet » plantés d'une part dans la zone littorale méditerranéenne, d'autre part dans une région à tendances plus continentales, a permis de montrer que ces différences étaient déterminées essentiellement à deux niveaux :

— celui de l'initiation puis de la différenciation florale,

— celui de la ramification.

Le rôle des changements qui se produisent d'une région à l'autre au premier de ces niveaux est fondamental ; on observe en effet pour les deux cultivars « Polonais » et « Luizet », mais de façon plus accentuée pour ce dernier, un déficit très net de l'initiation florale dans les plaines du littoral méditerranéen.

Les conséquences de cette initiation florale insuffisante se trouvent en outre renforcées par un pourcentage accrue dans le Midi méditerranéen, de bourgeons à fleur atteints de perturbations de la différenciation et incapables de se transformer normalement en fruits. Sur ce plan, « Polonais » est plus affecté que « Luizet ».

L'action des différences observées dans les caractéristiques de la ramification des deux cultivars dans la moyenne Vallée du Rhône et dans les plaines méditerranéennes, s'exerce en premier lieu par l'intermédiaire du nombre de formations fructifères courtes ou coursonnes présentes à l'unité de longueur de branche.

Ces coursonnes assurent chez l'Abricotier une part importante de la fructification ; or, elles sont en moyenne chez « Luizet » et « Polonais » deux fois plus nombreuses au mètre linéaire de branche sous un climat à influence continentale que sous celui des rivages méditerranéens ; encore, convient-il de rappeler que ces coursonnes moins nombreuses dans le Midi sont aussi moins fructifères, l'initiation florale y étant moins importante.

Les différences ainsi mises en évidence dans le comportement des cultivars « Polonais » et « Luizet » vis-à-vis des phénomènes de croissance et de développement observés en Languedoc-Roussillon d'une part, dans la région Rhône-Alpes d'autre part, suffisent à rendre compte de l'inégalité importante et constante des productions fruitières enregistrées sur ces deux cultivars dans les régions considérées.

Les altérations nécrotiques mises en évidence sur une partie des bourgeons à fleur des deux cultivars au cours de l'automne et de l'hiver, paraissent par contre indépendantes de la localisation des vergers. Elles se manifestent d'ailleurs aussi sur une partie des bourgeons floraux de « Canino », cultivar dont la fructification en zone méditerranéenne est excellente en l'absence de gelées de printemps ou d'attaques de Monilia.

Sur ce dernier cultivar l'observation met en évidence la présence d'un certain pourcentage de bourgeons à fleur dont la différenciation est perturbée.

Ce pourcentage est toutefois nettement plus faible ; son incidence sur la fructification est négligeable par suite de la présence d'un nombre beaucoup plus élevé de bourgeons à fleur au mètre linéaire de rameau et de coursonne. L'observation est cependant intéressante car elle montre que cette perturbation de la différencia-

tion florale mise en évidence chez « Polonais » et « Luizet » concerne l'espèce Abricotier dans son ensemble et non certains cultivars seulement, lorsqu'ils se trouvent placés dans des conditions de milieu particulières. Par contre, le degré d'expression de cette perturbation et son incidence sur la production peuvent varier d'un cultivar à l'autre selon les caractéristiques du milieu où les arbres sont implantés.

Si la nature des processus qui induisent une moindre production de « Polonais » et « Luizet » en zone méditerranéenne a pu être ainsi précisée, leur déterminisme reste par contre incertain.

L'étude réalisée a toutefois permis de montrer :

— qu'une satisfaction incomplète des besoins en froid hivernal des bourgeons de « Polonais » et « Luizet » sur le littoral méditerranéen, ne pouvait être le facteur déterminant parfois invoqué. Il faudrait pour cela admettre qu'un certain manque de froid en hiver tout en étant sans effet appréciable sur les bourgeons exposés à ce manque de froid, soit de nature à réduire l'initiation florale sur les pousses formées au printemps suivant.

— que la dynamique de la croissance sur les cultivars étudiés est différente dans les deux grandes régions où le travail expérimental a été conduit.

En particulier, la croissance débute plus tôt dans la zone méditerranéenne — on y observe un pourcentage plus élevé de rameaux et coursonnes à deux périodes de croissance et la seconde période de croissance, d'intensité et de durée plus grandes, conduit à la formation d'une fraction plus importante du rameau ou de la coursonne.

— que l'importance de l'initiation florale de même que le pourcentage de bourgeons à fleurs atteints de perturbations de la différenciation, sont liés au moins partiellement aux caractéristiques de croissance des coursonnes et rameaux porteurs.

Dans ce domaine, les faits suivants méritent d'être soulignés :

• en zone de climat précontinental (Valence, Nyons), on observe une bonne initiation florale sur les rameaux et coursonnes à une seule période de croissance qui assurent la plus grande partie de la fructification ;

• dans la zone littorale méditerranéenne, les rameaux et coursonnes à une seule période de croissance sont le siège d'une initiation florale plus faible ;

• dans cette zone, où on observe un pourcentage plus élevé de rameaux et coursonnes à deux périodes de croissance, l'initiation florale est relativement réduite sur la partie formée au cours de la première période ; elle est plus importante sur la partie issue de la seconde période de croissance ;

• dans les deux régions, le pourcentage de bourgeons à différenciation perturbée est sensiblement plus élevé sur la partie du rameau ou de la coursonne formée pendant la seconde période de croissance en particulier dans le Midi méditerranéen.

Par ailleurs, les expériences de contrôle de la croissance par voie chimique et mécanique ont montré qu'en agissant sur la dynamique de la croissance, il était possible de modifier l'importance de l'initiation florale.

En particulier, les expériences de pincement, qui aboutissent en dernière analyse à induire sur un rameau herbacé la formation d'une ou plusieurs pousses latérales comparables à la pousse terminale de seconde période de croissance, ont confirmé que c'est bien sur cette fraction secondaire du rameau ou de la coursonne que s'effectue dans le Midi l'essentiel de l'initiation florale.

Elles ont aussi permis de vérifier que cette initiation conduit à la constitution de bourgeons à fleur dont un pourcentage important révèle au mois de novembre

suivant une différenciation anormale. Ces bourgeons atteints de malformations chuteront au stade de prédébourrement ou s'épanouiront en fleurs non-fonctionnelles.

L'ensemble des résultats qui viennent d'être présentés est encore disparate. Pour cette raison, aucune hypothèse cohérente ne peut être proposée à l'heure actuelle tendant à leur fournir une explication scientifique.

Il semble cependant permis de penser que c'est au niveau de la dynamique de la croissance et peut être de sa vitesse pendant certaines de ses phases que réside l'origine des différences qui ont pu être mises en évidence.

Quoi qu'il en soit, deux questions pourtant essentielles, restent absolument sans réponse :

— Quelle est ou quelles sont la ou les caractéristiques climatiques responsables des différences de comportement observées chez « Luizet » et « Polonais » en ce qui concerne la croissance et le développement en Languedoc-Roussillon et dans la région Rhône-Alpes ?

— Par l'intermédiaire de quels mécanismes physiologiques l'action du climat se manifeste-t-elle ?

La poursuite des travaux qui ont fait l'objet du présent article devrait permettre d'apporter des éléments de réponse à ces questions.

Reçu pour publication en janvier 1974.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier MM. Bernhard et Pouget pour l'aide et les conseils qu'ils ont bien voulu leur accorder pour la préparation de cet article.

SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF FRUCTIFICATION OF APRICOT IN DIFFERENT CLIMATIC CONDITIONS

Some cultivars of Apricot, « Luizet » and « Polonais » for instance, are poor bearers in the costal mediterranean areas ; their fruit set however is quite good on trees grown in more continental regions.

The researches reported in this paper aimed at finding through what paths this difference of yield is induced and to get some information about its determinism.

Adult trees of the two cultivars were very carefully observed in the middle Rhône Valley and the mediterranean costal plains of France for the evolution of their fruit buds from initiation to blooming and for growth of their fruit branches and spurs.

Poor floral initiation, relatively small number of spurs, that represent the most important fruit bearing shoots in apricot, high percentage of fruit buds with anomalies of differentiation can explain the poor yield of « Luizet » and « Polonais » trees in the climatic conditions of the costal mediterranean area.

The determinism of these various factors of poor bearing remains unknown.

However some facts lead to think that the differences which were observed at various stages of the flower setting process on trees of the two cultivers grown in mediterranean and in more continental areas could be initiated by differences in the pattern of growth dynamic of the fruit bearing sholts in the two regions.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BORDEINANU T., *et al.*, 1961. Studiu privind repansul de iarnà si pragul biolocic la mugurii floriferi de Cais. *Stud. Cerc. Biol. Ser. Biol. veg.*, **13** (4), 427-440.

CARREAU A., 1968. Contribution à l'étude de la levée de dormance des bourgeons à fleurs de l'Abricotier. *IVth International Symposium on Apricots and Apricot culture., Acta Hort.*, **11**, vol. III, 479-484.

CROSSA-RAYNAUD M., 1961. L'Abricot et le climat. *C. R. Journées Nationales de l'Abricotier*, Perpignan, 5 et 6 octobre 1961, 55-58.

TABUENCA M. C., 1968. Necesidades de frio invernal de variedades de Albaricoquero. *An. Estac. exp. Aula Dei*, **9** (1), 10-24.

TABUENCA M. C., 1971. (Communications personnelles).

TURESSON G., 1922. The species and the variety as ecological units. *Hereditas*, **3**, 100-113.

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 129-144.

UTILISATION PRATIQUE D'UNE LIGNÉE MÂLE-STÉRILE *ms 35* CHEZ LA TOMATE

Jacqueline PHILOUZE

Station d'Amélioration des Plantes maraîchères,
Centre de Recherches d'Avignon, I. N. R. A.,
84140 Montfavet

RÉSUMÉ

L'étude comparée de la lignée « Porphyre » où l'on a introduit le gène de stérilité mâle *ms 35*, et de la lignée « Porphyre » témoin, ainsi que des hybrides F_1 « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 » réalisés sur l'une et l'autre de ces deux lignées, permet de conclure à l'intérêt pratique de l'utilisation de la lignée « Porphyre ms 35 » pour la production de semences hybrides commerciales.

INTRODUCTION

La lignée « Porphyre », parent des hybrides F_1 commerciaux de l'I. N. R. A., « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 », est l'une des 6 lignées où nous avons introduit séparément avec 5 rétrocroisements les gènes *ms 32* et *ms 35*, afin d'étudier le comportement de ces gènes dans des génotypes différents (PHILOUZE, en préparation). Nous avons préféré la lignée « Porphyre ms 35 » à la lignée « Porphyre ms 32 » pour les raisons suivantes :

1° *ms 35* a un meilleur comportement que *ms 32* dans le génotype « Porphyre » : le pourcentage de fleurs accessibles pour la pollinisation sans castration préalable, c'est-à-dire où le style dépasse le cône des étamines ou arrive à leur niveau, est plus élevé chez les plantes « Porphyre ms 35 » que chez les plantes « Porphyre ms 32 ». (PHILOUZE, en préparation).

2° Dans le cas de *ms 35*, on dispose d'un bon gène marqueur au stade plantule qui lui est étroitement lié : le gène *aa* (anthocyanin absent). La distance entre les deux gènes est de 1,7 p. 100 (PHILOUZE, 1974). La fabrication d'une lignée « Porphyre ms 35-aa » est en cours de réalisation.

ms 35 est un allèle de *ms 10* (PHILOUZE, 1974). Dans cet article, nous avons gardé le symbole *ms 35* que nous avions utilisé dans de précédentes publications. Selon les règles de nomenclature des gènes adoptées dans le cas de la Tomate, le symbole $ms\ 10^{35}$ aurait été plus correct.

Nos premiers essais avec l'allèle *ms 35* ont été réalisés avec le matériel « Pearson VF 6 ms 35 » (PHILOUZE, 1969) : *ms 35* s'est toujours montré parfaitement stable, il n'y a jamais eu production de pollen par des fleurs *ms 35/ms 35*, même après traitement à la gibbérelline. L'allèle *ms 35* réduit de façon importante la longueur des étamines, et, dans une proportion bien moindre, la longueur du style, de telle sorte que, chez la plupart des fleurs le style dépasse les étamines ; *ms 35* est récessif, l'hybride F_1 « Pearson VF 6 ms 35 » × « Apédice » est identique à l'hybride F_1 « Pearson VF 6 » × « Apédice ». Enfin, on obtient de meilleurs rendements en semences hybrides sur « Pearson VF 6 ms 35 » que sur « Pearson VF 6 » pour un travail d'hybridation simplifié.

Les essais ont été repris avec « Porphyre ms 35 ». Il convenait en effet d'observer le comportement de *ms 35* dans le génotype « Porphyre », en particulier de s'assurer de la stabilité de la stérilité mâle, d'étudier la morphologie des fleurs *ms 35/ms 35*, la longueur relative du style et des étamines de ces fleurs (PHILOUZE, en préparation), le niveau de la fertilité femelle, la valeur des hybrides F_1 réalisés sur « Porphyre ms 35 ». Pour que *ms 35* soit utilisable, il faut que l'allèle *ms 35*$^+$ soit dominant, au niveau de la morphologie florale et au niveau de la restauration complète de la fertilité mâle. ANDRASFALVY (1969) a montré que cette restauration était incomplète chez les hétérozygotes *ms 41*/+, qui produisent un pollen dont la fertilité est inférieure à celle du pollen des plantes +/+, ce qui se traduit par un rendement précoce inférieur et un moindre nombre de graines par fruit.

Nous avons également abordé l'aspect pratique de la production de semences hybrides sur « Porphyre ms 35 ». La pollinisation est réalisée manuellement. Plusieurs auteurs ont cherché à tirer parti au maximum des lignées mâle-stériles en essayant d'obtenir des graines hybrides en pollinisation croisée naturelle réalisée par des insectes. Les résultats sont très médiocres. Les fleurs de Tomate, sans nectar, ne sont pas attractives pour les insectes. Elles sont très peu visitées dans nos régions dans les conditions naturelles. Une revue bibliographique sur le sujet a été réalisée par BIN et SORESSI (1973). Les insectes que l'on trouve le plus couramment sur la Tomate cultivée, *Lycopersicon esculentum*, sont différentes espèces d'abeilles sauvages appartenant aux familles des *Halictidées*, des *Anthophoridées*, des *Xylocopidées*, des *Andrenidées*, ainsi que des bourdons (famille des *Bombidées*). Beaucoup de ces espèces ne se rencontrent en abondance que dans certaines zones géographiques. L'abeille domestique (*Apis mellifera*, famille des *Apidées*) est rarement citée. Un essai réalisé par BULLARD et STEVENSON (1953) où la pollinisation de plantes mâle-stériles était assurée dans des cages de 10 m² par des abeilles, des mouches domestiques ou des mouches à viande, s'est soldé par un échec. Malgré ces références peu encourageantes, nous avons réalisé un essai de production de semences hybrides dans une cage d'isolement avec des abeilles domestiques, ceci afin de tester les possibilités de production de semences hybrides avec pollinisation par des abeilles sur notre matériel, dans nos conditions climatiques.

Nous présenterons en trois parties les essais que nous avons réalisés avec « Porphyre ms 35 » :

1. Étude de la lignée « Porphyre ms 35 » et comparaison avec la lignée « Porphyre ». Certains aspects pratiques de la production de semences hybrides ont été abordés. Une tentative de production de semences hybrides à l'aide des abeilles a également été réalisée.

2. Étude des hybrides F_1 « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 » fabriqués sur « Porphyre ms 35 », et comparaison avec les versions fabriquées sur « Porphyre ». L'étude porte sur les performances agronomiques de ces hybrides (précocité, rendement, aspect du fruit), ainsi que sur la fertilité globale des hybrides, le critère choisi étant celui de la quantité de graines produites en fécondation libre.

3. Enfin, étude de la fertilité mâle des hétérozygotes *ms 35*/+, en comparant les quantités de pollen produites par les versions *ms 35*/+ et +/+ de « Montfavet n° 63-4 », « Montfavet n° 63-5 » et « Porphyre ».

ÉTUDE DE LA LIGNÉE « PORPHYRE ms 35 » QUELQUES ASPECTS PRATIQUES DE LA PRODUCTION DE SEMENCES HYBRIDES

Deux essais de production de semences de « Montfavet n° 63-5 » (formule : « Porphyre » × « Apédice ») ont été réalisés en 1972 avec « Porphyre ms 35 », l'un en serre, l'autre sous abri grillagé. Le but de l'essai en serre était de comparer les performances (poids et aspect du fruit) de « Porphyre ms 35 » et de « Porphyre », et les rendements en semences hybrides. On a étudié sous abri grillagé les possibilités de production de semences hybrides de Tomate par des abeilles domestiques sur la lignée mâle-stérile « Porphyre ms 35 ».

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Matériel végétal

La lignée « Porphyre » est le parent femelle, la lignée « Apédice » le parent mâle de « Montfavet n° 63-5 ». Pour obtenir « Porphyre ms 35 », on a réalisé la F_1 « Pearson VF 6 ms 35 » × « Porphyre », puis 5 rétrocroisements par « Porphyre » et une autofécondation. L'entretien de la lignée « Porphyre ms 35 » se fait par croisement sœur/frère *ms 35*/*ms 35* × *ms 35*/+, avec tri des plantes *ms 35*/*ms 35* au moment de la floraison.

Méthodes

Essai en serre.

Conditions expérimentales.

Deux lots sont en comparaison : « Porphyre » et « Porphyre ms 35 ». Le semis a été réalisé le 28 décembre, le repiquage le 14 janvier, la plantation le 1er mars après tri des plantes *ms 35*/*ms 35*. On a adopté un dispositif bloc avec 6 répétitions de 2 plantes pour chacun des 2 lots. Les plantes ont été conduites sur une tige et tuteurées.

Réalisation des hybridations.

— Sur « Porphyre » : on a effectué la castration des étamines avant la maturité du pollen (les pétales, vert-jaune, ne sont alors pas complètement étalés), et deux pollinisations : le jour de la castration, et 2 ou 3 jours après.

— Sur « Porphyre ms 35 » : il n'y a pas eu de castration, sauf si le style ne dépassait pas les étamines (pour chaque fleur, on a noté la longueur relative du style et des étamines), chaque fleur a été pollinisée une seule fois quand elle était au meilleur stade pour cette opération (fleur épanouie avec des pétales bien jaunes).

Conduite de l'essai.

On a commencé les hybridations sur le deuxième bouquet ; le premier bouquet, largement fleuri au moment de la plantation, a été supprimé. Les hybridations ont été réalisées sur 6 bouquets

par plante, du 3 mars au 17 avril. Les fruits ont été récoltés et pesés, les graines extraites et pesées. On a effectué les analyses statistiques selon la méthode des blocs, la comparaison des variances a été effectuée au seuil 0,05. La précision de l'essai est donnée par le coefficient de variation (CV).

Essai sous abri grillagé.

Conditions expérimentales.

Le semis a été réalisé le 28 mars, le repiquage le 11 avril, la plantation le 1er juin sous un abri de 60 m². On a cultivé dans l'abri un total de 126 plantes, soit :

36 plantes de « Phorphyre ms 35 »,
36 plantes d'une autre lignée mâle-stérile dont nous ne donnerons pas ici les résultats,
54 plantes, réparties régulièrement, du parent mâle « Apédice ».

Les plantes ont été conduites sur une tige et tuteurées.

Traitements réalisés.

1. Pas de castration, aucune pollinisation manuelle ;
2. Castration si nécessaire (si le style ne dépasse pas les étamines), aucune pollinisation manuelle ;
3. Castration si nécessaire, pollinisation manuelle (un seul passage, quand les pétales sont jaunes).

Conduite de l'essai.

Une ruchette a été installée du 2 juin au 13 juillet [1]. Les observations et hybridations ont été réalisées pendant cette période sur 6 à 8 bouquets par plante. Le temps a été anormalement frais et peu ensoleillé pour la saison. A plusieurs reprises, on a pulvérisé de l'eau sucrée sur les plantes dans le but d'attirer les abeilles. Les fruits ont été récoltés et pesés, les graines extraites et pesées.

RÉSULTATS

Essai en serre

Aspect de la lignée « Porphyre ms 35 ».

On n'a jamais trouvé de pollen dans les étamines des fleurs de « Porphyre ms 35 ». Ces fleurs ont été classées en trois catégories selon la position relative du style (S) et des étamines (E). On a observé environ 400 fleurs pour chacune des 2 lignées. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 1, où l'on trouve également le poids moyen et le nombre de loges des fruits de « Porphyre » et de « Porphyre ms 35 ».

TABLEAU I

Longueur relative du style (S) *et des étamines* (E), *poids et nombre de loges des fruits, des lignées « Porphyre » et « Porphyre ms 35 ».*

Essais en serre

Lot	Pourcentage de fleurs			Poids moyen du fruit (g)	Nombre de loges
	S > E	S = E	S < E		
« Porphyre »	0	0	100	124	4,70
« Porphyre ms 35 »	54	16	30	124	4,64
CV				8	6

[1] Nous tenons à remercier M. P. LAVIE, Directeur de la Station d'Apiculture du Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est pour son aide et ses conseils au cours de cet essai.

Dans cet essai, il a été nécessaire de castrer 30 p. 100 des fleurs de « Porphyre ms 35 ».

On ne peut distinguer les deux lignées par la taille ni par l'aspect de leurs fruits.

Rendements en semences hybrides.

Les résultats sont donnés dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Rendements en semences hybrides de « Porphyre » et « Porphyre ms 35 »

Essai en serre

Lot	Rendements/plante (g)	Rendements/fruit (g)
« Porphyre »	14,8	0,461
« Porphyre ms 35 »	14,8	0,495
CV	9	8

On obtient avec la lignée « Porphyre ms 35 » un rendement en semences hybrides identique à celui du témoin « Porphyre », pour un travail d'hybridation moindre (castration de 30 p. 100 des fleurs seulement, une seule pollinisation par fleur).

Essai sous abri grillagé

Aspect de la lignée « Porphyre ms 35 ».

On n'a jamais trouvé de pollen dans les étamines des fleurs de « Porphyre ms 35 ». Sur 1 200 fleurs observées, il a été nécessaire de castrer 19 p. 100 des fleurs chez lesquelles le style ne dépassait pas les étamines. Le style dépassait les étamines chez 66 p. 100 des fleurs, arrivait à leur niveau chez 15 p. 100 des fleurs.

Rendements en semences hybrides.

TABLEAU 3

Rendements en semences hybrides de « Porphyre ms 35 »

Essai sous abri grillagé

Traitement		Nombre de plantes	Nombre de fleurs total	Nombre de fruits récoltés total	Poids moyen du fruit (g)	Nombre de graines	
Fleurs castrées	Pollinisation manuelle					par plante	par fruit récolté
Aucune fleur	non	12	459	147 (1)	59	25	2,1
Fleurs S < E	non	12	427	125 (1)	63	27	2,6
Fleurs S < E	oui	11	342	257	112	2 620 (2)	112,3 (2)

(1) Tous les fruits mûrs ont été récoltés. Parmi ceux-ci, beaucoup ne contenaient aucune graine.
(2) Les graines ont été pesées. Un comptage sur quelques échantillons a donné 280 graines au gramme.

Les résultats sont donnés dans le tableau 3.

Les rendements en graines des plantes où la pollinisation était assurée par les abeilles seules ont été dérisoires. Ces chiffres sont en accord avec les observations réalisées pendant la période de floraison : les abeilles sortaient rarement de la ruchette, leur activité sur les fleurs a été pratiquement nulle, même après pulvérisation des plantes avec de l'eau sucrée. Ces résultats confirment les données de la littérature.

ÉTUDE DES HYBRIDES F_1 RÉALISÉS AVEC « PORPHYRE MS 35 »

Nous avons abordé cette étude en réalisant une série d'essais comparatifs de rendement entre les hybrides F_1 « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 » produits sur l'une et l'autre des lignées « Porphyre » et « Porphyre ms 35 ». Ces essais ont permis d'étudier l'aspect en végétation, la précocité de floraison et de maturité, les rendements et les facteurs du rendement, les caractères du fruit des deux versions de chacun des deux hybrides. Des indications sur la fertilité globale sont fournies par l'étude de la précocité, du rendement et du poids du fruit. Une étude plus précise a été faite en comparant les quantités de semences obtenues en fécondation libre avec les hybrides fabriqués sur « Porphyre ms 35 » et avec les hybrides témoins.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal

La lignée « Porphyre ms 35 » a été utilisée pour fabriquer « Montfavet n° 63-4 » (dont le parent mâle est « Apéca ») et « Montfavet n° 63-5 » (dont le parent mâle est « Apédice »). Les performances de ces hybrides ont été comparées à celles des hybrides témoins fabriqués sur « Porphyre ».

Méthodes

Étude des performances agronomiques des hybrides.

Huit essais comparatifs ont été réalisés à Montfavet, quatre avec « Montfavet n° 63-4 » et quatre avec « Montfavet n° 63-5 ». Le tableau 4 rassemble les données sur les conditions expérimentales des essais, pour lequels on avait adopté un dispositif en blocs.

On a fait des observations pendant toute la durée de la végétation, en particulier sur l'aspect des plantes et la morphologie des fleurs, la précocité de la floraison et de la maturité. Les fruits ont été récoltés, pesés et comptés régulièrement. On a fait une série d'observations sur les fruits : nombre de loges, pourcentage de fruits creux, pourcentage de fruits fendus, aspect général du fruit. Les analyses statistiques ont été faites selon la méthode des blocs, la comparaison des variances a été effectuée au seuil 0,05. La précision de l'essai est donnée par le coefficient de variation (CV).

Étude des rendements en graines des hybrides en fécondation libre.

Cette étude a été réalisée au champ en 1973 sur chacune des deux versions de « Montfavet n° 63-4 » et de « Montfavet n° 63-5 », cultivées à raison d'une parcelle de 10 plantes, sans répétition. Le semis a été effectué le 20 mars, le repiquage le 10 avril, la plantation le 7 mai. Les fruits ont été comptés et pesés, avant et après calibrage, les graines des fruits de chaque calibre ont été extraites et pesées.

TABLEAU 4

Conditions expérimentales des essais réalisés avec les deux versions de « Montfavet n° 63-4 » et de « Montfavet n° 63-5 »

Essais	Lieu et année	Dates			Nombre de bouquets	Nombre de répétitions	Nombre de plantes par répétition
		semis	repiquage	plantation			
A et B	Serre 1972	28/12	17/1	15/2	6	5	6
C (1) et D	Champ 1972	9/ 3	29/3	25/4	4	4	10
E et F	Champ 1972	21/ 3	10/4	9/5	4	4	10
G et H	Serre 1973	29/12	15/1	14/2	6	4	4

Essais A, C, E, G : comparaison de deux versions de « Montfavet n° 63-4 ».
Essais B, D, F, H : comparaison de deux versions de « Montfavet n° 63-5 ».
(1) L'essai C était situé dans une parcelle où les plantes sont demeurées chétives. Le rendement et la taille des fruits ont été très faibles.

TABLEAU 5

Précocité de floraison et de maturité des hybrides

Essai	Hybride	Parent femelle « Porphyre »	Nombre de jours entre		
			Semis Floraison	Floraison Maturité	Semis Maturité
A	« n° 63-4 »	Témoin	65,9[b]		
		ms 35	64,1[a]		
		CV	0,9		
B	« n° 63-5	Témoin	66,5		
		ms 35	65,5		
		CV	1,2		
C	« n° 63-4 «	Témoin	60,8	50,0	110,8
		ms 35	60,7	50,2	110,9
		CV	0,4	1,4	0,5
D	« n° 63-5 »	Témoin	61,8	54,9	116,7
		ms 35	61,2	55,1	116,3
		CV	1,0	2,0	0,6

TABLEAU 6

Rendements et facteurs du rendement des hybrides F_1

Essai	Hybride	Parent femelle « Porphyre »	Rendements cumulés en kg/plante à différentes dates (1)				Nombre de fruits mûrs/pl.	Poids moyen des fruits mûrs (g)
			1	2	3	4		
A	« n° 63-4 »	Témoin	0,34	1,51	3,12	3,63	31,0	101
		ms 35	0,38	1,66	3,13	3,67	32,0	98
		CV	23	16	8	8	7	8
B	« n° 63-5 »	Témoin	0,50	1,02	4,30	4,48	38,5	111
		ms 35	0,63	1,15	4,16	4,46	38,1	109
		CV	29	20	7	7	5	6
C	« n° 63-4 »	Témoin	0,39	0,58	0,99	1,20	13,5	74[b]
		ms 35	0,43	0,62	1,04	1,28	13,5	77[a]
		CV	7	8	11	10	10	2
D	« n° 63-5 »	Témoin	0,70	1,20	3,30	3,69	27,6	120
		ms 35	0,77	1,26	3,44	3,95	28,6	120
		CV	13	13	9	9	5	9
E	« n° 63-4 »	Témoin	0,29	0,94	2,90	2,97	26,9	108
		ms 35	0,32	0,89	3,03	3,15	26,4	115
		CV	12	12	8	8	6	5
F	« n° 63-5 »	Témoin	0,49	1,50	3,35	3,48	27,4	122
		ms 35	0,49	1,64	3,48	3,65	28,3	123
		CV	14	9	4	4	4	4
G	« n° 63-4 »	Témoin	0,55	1,27	2,42	2,64	28,8	84
		ms 35	0,60	1,28	2,48	2,85	29,5	84
		CV	23	20	11	10	7	7
H	« n° 63-5 »	Témoin	0,34	0,89	3,39	3,55	36,5	93
		ms 35	0,32	0,83	3,17	3,44	34,6	90
		CV	23	20	11	10	7	7

(1) Dates 1 et 2 : précoces ; date 3 : date de dernière récolte des fruits mûrs ; date 4 : date où l'on récolte l'ensemble des fruits verts restant sur les plantes.

RÉSULTATS

Étude des performances agronomiques des hybrides

Aspect en végétation.

L'aspect en végétation est très voisin pour les deux versions de « Montfavet n° 63-4 » d'une part, les deux versions de « Montfavet n° 63-5 » d'autre part.

La morphologie des fleurs *ms 35*/+ a toujours été identique à celle des fleurs +/+, en particulier le style n'a jamais dépassé le sommet des étamines, ni même n'est arrivé à leur niveau.

Précocité de floraison et de maturité.

Pour certains essais, on a noté systématiquement la date de floraison de la première fleur du premier bouquet, et la date de maturité du premier fruit du premier bouquet. Les résultats sont donnés dans le tableau 5.

Dans l'essai A, la version de « Montfavet n° 63-4 » fabriquée sur « Porphyre ms 35 » a été significativement plus précoce à la floraison que le témoin. Les différences ne sont pas significatives dans les autres essais.

Rendements et facteurs de rendements.

Le tableau 6 donne les rendements par plante à 4 dates de récolte, le nombre de fruits mûrs récoltés par plante, le poids moyen des fruits calculé sur l'ensemble de la récolte en fruits mûrs.

A aucune des dates de récolte, on n'a de différences significatives entre les rendements, et le nombre de fruits, des deux versions de « Montfavet n° 63-4 » d'une part, de « Montfavet n° 63-5 » d'autre part. En ce qui concerne le poids moyen du fruit, on ne trouve que dans l'essai C une différence significative entre les 2 lots : dans cet essai, le fruit de « Montfavet n° 63-5 » fabriqué sur « Porphyre ms 35 » est plus gros que le fruit de l'hybride témoin.

Caractères du fruit.

— *Nombre de loges.*

Les résultats des comptages effectués sont donnés dans le tableau 7.

— *Pourcentage de fruits creux.*

Les hybrides « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 » ont le défaut de présenter un pourcentage parfois élevé de fruits creux. Une notation systématique a été faite dans les essais D, E et F après calibrage des fruits, effectué selon les normes adoptées dans le commerce (calibrage d'après le diamètre). Tous les fruits de calibre 57-67 mm. (soit environ 50 p. 100 de la récolte en poids), et parfois les fruits des calibres 47-57 mm et 67-77 mm (soit environ 40 p. 100 de la récolte) ont été notés de 0 à 5 (note 0 : fruit plein, note 5 : fruit très creux), à 5 dates de récolte. On a noté

au total entre 550 et 700 fruits par hybride. Les résultats, donnés dans le tableau 8, sont exprimés en pourcentage du nombre de fruits dans chaque classe de note.

Les fruits des versions faites sur « Porphyre ms 35 » ne sont pas plus creux que ceux des témoins.

TABLEAU 7

Nombre moyen de loges par fruit des hybrides

Essai	Hybride	Parent femelle « Porphyre »	Nbre de fruits notés	Nbre moyen de loges
A	« n° 63-4 »	Témoin *ms 35*	70 69	3,9 4,2
B	« n° 63-5 »	Témoin *ms 35*	75 75	3,8 3,9
C	« n° 63-4 »	Témoin *ms 35*	103 88	3,8 4,1
D	« n° 63-5 »	Témoin *ms 35*	15 15	4,1 3,8
G	« n° 63-4 »	Témoin *ms 35*	25 20	4,2 4,1
H	« n° 63-5 »	Témoin *ms 35*	35 35	4,0 3,6

TABLEAU 8

Notation des fruits creux chez les hybrides

Essai	Hybride	Parent femelle « Porphyre »	Pourcentage de fruits avec la note (1)					
			0	1	2	3	4	5
D	« n° 63-5 »	Témoin *ms 35*	80,6 80,6	10,5 8,8	5,6 5,5	1,5 3,0	1,1 1,2	0,7 0,9
E	« n° 63-4 »	Témoin *ms 35*	77,0 76,0	13,7 13,8	5,7 6,8	2,8 2,2	0,7 1,0	0,1 0,2
F	« n° 63-5 »	Témoin *ms 35*	82,7 84,8	9,1 10,1	4,0 3,0	2,7 1,3	1,0 0,6	0,5 0,2

(1) Note de 0 à 5 : 0 fruit plein, 5 fruit très creux.

— *Autres observations.*

On n'a noté aucune différence entre les deux versions de chacun des deux hybrides pour le pourcentage de fruits fendus, la forme et l'aspect général du fruit.

L'ensemble de ces résultats montrent que les versions fabriquées sur « Porphyre ms 35 » sont comparables en tous points aux témoins « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 ». Aucun caractère défavorable n'est donc apparent chez les hétérozygotes.

TABLEAU 9

Rendements en graines des hybrides en fécondation libre

Hybride	Parent femelle « Porphyre »	Données (1)	Répartition des fruits par calibres selon le diamètre du fruit				
			< 47 mm	47-57 mm	57-67 mm	67-77 mm	> 77 mm
« n° 63-4 »	Témoin	1	650	2 770	13 960	8 680	800
		2	3	10	52	32	3
		3	15	38	132	61	4
		4	43	73	106	142	200
		5	2,284	14,398	69,961	43,879	4,793
		6	0,152	0,379	0,530	0,719	1,198
		7	0,351	0,520	0,501	0,506	0,599
	ms 35	1	1 140	4 880	16 880	3 640	430
		2	4	18	63	13	2
		3	25	66	164	26	2
		4	46	74	103	140	215
		5	4,649	25,780	97,117	20,441	2,455
		6	0,186	0,391	0,592	0,786	1,228
		7	0,408	0,528	0,575	0,562	0,571
« n° 63-5 »	Témoin	1	320	1 140	15 080	18 500	3 900
		2	1	3	39	47	10
		3	7	15	128	123	20
		4	46	76	118	150	195
		5	0,548	3,397	65,700	91,850	17,213
		6	0,078	0,226	0,513	0,747	0,861
		7	0,171	0,298	0,436	0,497	0,441
	ms 35	1	360	1 320	17 920	17 880	3 260
		2	1	3	44	44	8
		3	8	17	153	115	16
		4	45	78	117	155	204
		5	0,848	5,574	94,113	90,067	15,480
		6	0,106	0,328	0,615	0,783	0,968
		7	0,236	0,422	0,525	0,504	0,475

(1) Données :
1 : poids de fruits en g
2 : poids de fruits en pourcentage du poids total
3 : nombre de fruits
4 : poids moyen des fruits en g
5 : poids de graines en g
6 : poids de graines par fruit en g
7 : poids de graines en g pour 100 g de fruit

Étude des rendements en graines des hybrides en fécondation libre.

Les résultats sur les poids de fruits récoltés et les poids de graines extraites sont donnés dans le tableau 9. Les rendements en graines en fécondation libre expriment la fertilité globale, mâle et femelle, des hybrides. Les rendements en graines par fruit, ou par poids de fruit, des versions fabriquées sur « Porphyre ms 35 », sont, pour chacun des calibres de fruits, légèrement supérieurs aux rendements en graines des hybrides témoins correspondants.

ÉTUDE COMPARÉE DE LA PRODUCTION DE POLLEN DES HÉTÉROZYGOTES *ms 35*/+ ET DES HOMOZYGOTES +/+

Les résultats du chapitre précédent montrent que la fertilité des hétérozygotes *ms 35*/+ n'est pas inférieure à celle des homozygotes correspondants +/+. Il convenait cependant de s'assurer que la production de pollen de plantes *ms 35*/+ et +/+, placées en conditions peu favorables pour la nouaison, était comparable. Nous avons abordé ce problème dans un essai réalisé sous serre en automne 1973.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Les comparaisons ont porté sur trois séries : « Montfavet n° 63-4 », « Montfavet n° 63-5 » et « Porphyre », chaque série existant sous les formes *ms 35*/+ et +/+.

Méthodes

Le semis a été réalisé le 14 août, le repiquage le 31 août, la plantation le 21 septembre. On a cultivé deux fois 5 plantes pour chacun des 6 lots.

On a fait des prélèvements de fleurs à 10 reprises, du 22 octobre au 23 novembre. On a récolté en moyenne 33 fleurs à chaque date, pour les 10 plantes d'un même lot (le nombre minimum de fleurs récoltées a été de 14 dans un cas). La récolte se faisait en début d'après-midi, quand l'humidité de la serre n'était pas très élevée. Seules étaient récoltées les fleurs au stade de plein épanouissement. Chaque fleur était coupée avec son pédoncule à l'aide d'une pince, avec précaution de façon à ce que le pollen ne tombe pas. Sitôt la récolte des fleurs d'un lot terminée, chaque fleur était longuement vibrée à l'aide d'un vibrateur électrique, après qu'on ait coupé avec une lame de rasoir les sommets stériles des étamines de façon à améliorer la chute du pollen. Le pollen, recueilli dans un tube, était pesé dès que l'opération était terminée sur toutes les fleurs d'un même lot. L'examen du contenu des anthères des fleurs après vibration a montré qu'elles ne contenaient pratiquement plus de pollen. On a effectué une analyse statistique, en considérant chacune des dates de récolte de pollen comme une répétition.

Résultats

Ils sont donnés dans le tableau 10. Non seulement il n'y a pas réduction de la quantité de pollen chez les hétérozygotes *ms 35*/+, mais dans deux cas sur trois, il y a une augmentation significative au seuil 0,01 de la quantité de pollen. Aux dates

TABLEAU 10

Production de pollen des fleurs des homozygotes témoins +/+ *et des hétérozygotes* ms 35/+

Hybride ou variété	Génotype	Poids de pollen par fleur (en mg) à différentes dates										Moyenne	p.p.d.s. 0,05	CV
		22-10	25-10	29-10	5-11	8-11	12-11	15-11	19-11	21-11	23-11			
« n° 63-4 »	+/+	0,962	1,308	1,271	1,214	1,621	1,350	1,210	1,107	1,012	0,852	1,191	NS	5
	ms 35/+	0,891	1,411	1,371	1,347	1,524	1,325	1,368	1,127	0,942	0,848	1,215		
« n° 63-5 »	+/+	0,975	1,289	1,300	1,388	1,385	1,238	1,284	1,171	0,700	0,657	1,139[b]	0,067	5
	ms 35/+	1,030	1,468	1,457	1,524	1,483	1,416	1,335	1,479	1,029	0,782	1,300[a]		
« Porphyre »	+/+	0,690	0,850	0,821	0,924	0,975	0,798	0,933	0,751	0,524	0,426	0,769[b]	0,086	10
	ms 35/+	0,888	0,974	1,094	0,807	0,988	1,076	1,127	0,861	0,617	0,617	0,905[a]		

où la production de pollen est sensiblement inférieure à la moyenne, en particulier pour les récoltes les plus tardives des 21 et 23 novembre de « Montfavet n° 63-5 » et de « Porphyre », l'avantage est encore en faveur des hétérozygotes.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'allèle *ms 35* est parfaitement stable dans la lignée « Porphyre » : on n'a jamais trouvé de pollen dans les étamines des fleurs de « Porphyre ms 35 ». Le plus souvent, la morphologie des fleurs de cette lignée permet la pollinisation sans castration préalable. Cependant, dans nos essais, chez 20 à 30 p. 100 des fleurs, le style n'était pas accessible directement sans castration

Les caractères du fruit des 2 lignées « Porphyre » et « Porphyre ms 35 » sont identiques. Cinq rétrocroisements ont été suffisants pour retrouver les performances de « Porphyre » dans la lignée *ms 35*. En fait, le géniteur de départ « Pearson VF 6 » est assez voisin de « Porphyre » pour plusieurs caractères agronomiques : les deux variétés, à croissance déterminée, sont de précocité moyenne, elles produisent de gros fruits à collet vert.

Les essais réalisés montrent qu'on ne peut pas distinguer les hybrides F_1 « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 » fabriqués sur la version *ms 35* de « Porphyre », des hybrides témoins correspondants fabriqués sur « Porphyre ». L'allèle *ms 35* est parfaitement récessif sur le plan de la morphologie florale. Le style des fleurs *ms 35*/+ des hybrides « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 » est toujours de longueur inférieure à celle des étamines, comme chez les hybrides témoins, ce qui est indispensable pour une bonne fécondation. Les performances agronomiques sont identiques : précocité, rendement, taille et aspect général du fruit. On a fait une série d'essais pour s'assurer que la fertilité des versions hétérozygotes *ms 35*/+ n'était pas inférieure à celle des versions homozygotes témoins +/+. Or les résultats obtenus sont plutôt en faveur d'une meilleure fertilité de l'hétérozygote *ms 35*/+ : en fécondation libre, le rendement en graines par fruit, qui exprime la fertilité globale, mâle et femelle, est un peu plus élevé chez les plantes *ms 35*/+ que chez les plantes +/+ (tabl. 9), ceci pour chacun des 5 calibres de fruits considérés, aussi bien chez « Montfavet n° 63-4 » que chez « Montfavet n° 63-5 ». La quantité de pollen produite par fleur est significativement plus élevée chez l'hétérozygote dans le cas de « Montfavet n° 63-5 » et de « Porphyre », du même ordre de grandeur dans le cas de « Montfavet n° 63-4 » (tabl. 10). Non seulement la fertilité mâle est complètement restaurée chez l'hétérozygote *ms 35*/+, mais il semblerait même qu'il y ait dans certains cas un léger effet d'hétérosis pour la quantité de pollen produite.

Ces résultats justifient l'utilisation de la lignée « Porphyre ms 35 » pour la production de semences hybrides commerciales.

Pour la production de semences hybrides à grande échelle, on peut envisager la technique suivante : le parent femelle « Porphyre ms 35 », à croissance déterminée, peut être cultivé au sol sans tuteurage, il est inutile dans ces conditions de tailler et d'ébourgeonner les plantes. Le nombre de passages pour la pollinisation manuelle pourra être limité à quelques-uns, par exemple 4 à 6, à une semaine d'intervalle. Le

mode de culture non tuteurée fera qu'à chaque passage on se trouvera devant une profusion de fleurs, ce qui permettra de faire un choix et de ne polliniser que celles qui seront au stade optimum d'épanouissement, et dont le style est accessible directement sans castration des étamines. On pourra ainsi éventuellement abandonner les fleurs dont le style est inférieur aux étamines.

Il est nécessaire de réaliser manuellement la pollinisation des fleurs de « Porphyre ms 35 ». L'essai de pollinisation par les abeilles que nous avons fait a été un échec. Ce type d'essai ne mérite pas d'être repris dans nos conditions. Par ailleurs, vecteurs nous ne connaissons pas dans les conditions climatiques de la France d'insectes du pollen de Tomate capables d'effectuer efficacement le travail de pollinisation.

L'entretien de la lignée « Porphyre ms 35 » est réalisé par croisement *ms 35/ms 35* × *ms 35/+*. Le tri des 50 p. 100 de plantes *ms 35/ms 35* se fait au moment de la floraison. Le tri sera d'autant plus facile que les conditions de milieu seront favorables à une bonne expression du caractère *ms 35*, c'est-à-dire à la formation de fleurs ou le style dépasse nettement les étamines (PHILOUZE, en préparation), et ceci au niveau de la première inflorescence. Cependant, même dans le cas où le style ne dépasse pas les étamines, la taille plus petite et la couleur plus pâle d'une fleur *ms 35*, l'aspect moins gonflé des étamines, sont suffisamment différents de ceux d'une fleur *ms 35*$^+$ pour qu'il soit possible, avec un minimum d'habitude, de les distinguer rapidement sans difficulté.

Rappelons que le gène marqueur *aa* (anthocyanin absent), situé à 1,7 unités de crossing-over de *ms 35*, permettra le tri des plantes [*aa*] dès la levée ; un contrôle soigneux sera nécessaire au moment de la floraison pour éliminer les 1,7 p. 100 de plantes recombinées [*ms 35*$^+$ *aa*].

Les avantages de l'utilisation de la lignée « Porphyre » mâle-stérile pour la production de semences hybrides sont multiples :

— le rendement en semences hybrides, pour un même temps de travail, est très supérieur sur « Porphyre ms 35 » à celui obtenu sur « Porphyre » ;
— l'état sanitaire des cultures porte-graines sera meilleur, le nombre de passages limité réduisant l'extension de maladies telles que la Mosaïque du Tabac et *Corynebacterium michiganense* qui se transmettent mécaniquement au cours des manipulations ;
— la qualité des semences sera améliorée, puisqu'il n'y a aucun danger de mélange avec des semences issues de l'autofécondatin du parent femelle.

La lignée « Porphyre ms 35 » a été distribuée à plusieurs établissements français multiplicateurs de semences, qui ont effectué en 1973 une première production de semences commerciales des hybrides « Montfavet n° 63-4 » et « Montfavet n° 63-5 » avec cette lignée.

Reçu pour publication en février 1974.

SUMMARY

PRACTICAL USE OF A *ms 35* MALE STERILE LINE IN TOMATO

ms 35, an allele of *ms 10*, does not induce unfavourable effects in the « Porphyre » line, nor in the F_1 hybrids « Montfavet n° 63-4 » and « Montfavet n° 63-5 » obtained with « Porphyre ms 35 ». The agronomic performances of these F_1 hybrids produced on one or the other of these two lines

are the same. The restoration of the male fertility is complete in the heterozygotes *ms 35*/+, the data being slightly in favour of a better fertility for the heterozygote forms (seed production in free pollination, pollen production per flower), as compared with the +/+ hybrids from normal « Porphyre ».

Practical use of the « Porphyre ms 35 » line on unstaked plants, without pruning and without shoot removal is recommended. Emasculation is unnecessary in a general way. It is necessary to pollinate the flowers by hand. An experiment realized to study the possibility of pollination by honeybees was a failure. The saving of time obtained by the use of « Porphyre ms 35 » in place of « Porphyre », and the improvement of the seed quality are very important.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRASFALVY A., 1969. Tomato male sterile and functional sterile mutants for breeding purposes (en hongrois). *Különlenyomat a Kisérletügyi Közlemények LXII/C Kertészet*, **1** (3), 3-12.

BIN F., SORESSI G. P., 1973. Insetti pronubi e produzione di seme ibrido di pomodoro. *Genet. agr.*, **27** (1), 35-74.

BULLARD E. T., STEVENSON E. C., 1953. Production of hybrid tomato seed. *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **61**, 451-458.

PHILOUZE J., 1969. Étude de deux gènes de stérilité mâle chez la Tomate : *ms 32* et *ms 35*. *Ann. Amélior. Plantes*, **19** (4), 443-457.

PHILOUZE J., 1974. Gènes marqueurs liés aux gènes de stérilité mâle *ms 32* et *ms35* chez la Tomate. *Ann. Amélior. Plantes*, **24** (1), 77-82.

PHILOUZE J., 1974. Comportement des deux gènes de stérilité mâle de la Tomate *ms 32* et *ms 35* dans une série de génotypes (en préparation).

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 145-157.

ÉTUDE DE LA FERTILITÉ DES SEMIS DE *VITIS VINIFERA* : APPLICATION A LA MISE AU POINT D'UN TEST PRÉCOCE DE SÉLECTION

R. WAGNER et A. BRONNER

Station de Recherches viticoles et œnologiques,
Centre de Recherches de Colmar, I. N. R. A.,
68021 Colmar

RÉSUMÉ

L'étude d'une obtention de Vigne immobilise pendant 7 années une surface de 3 à 4 m² de terrain viticole qui revient très cher. D'où l'utilité de critères précoces de sélection susceptibles d'être effectués avant l'implantation au vignoble.

L'un des caractères qui semble se prêter le mieux à une appréciation précoce est la fertilité, c'est-à-dire le nombre d'inflorescences comptées après le débourrement d'un œil. Elle est conditionnée par plusieurs paramètres parmi lesquels la vigueur est l'un des plus importants comme l'avaient d'ailleurs suggéré HUGLIN et JULLIARD (1964).

L'analyse conduit cependant à des résultats assez différents selon le stade de développement de la plante. Ainsi après un an de végétation en culture hydroponique en serre, les semis atteignent une vigueur telle que celle-ci ne constitue plus un facteur limitant de l'initiation des inflorescences. Toutefois on note toujours une régression hautement significative — mais pratiquement négligeable — de la fertilité sur le diamètre à la base ou sur la longueur des mérithalles de ces plantes (fig. 3 et 5).

La fertilité d'un œil dépend aussi de son rang sur l'axe du semis (fig. 6). Les obtentions les plus fertiles sont également celles dont l'initiation florale débute le plus tôt ou le plus bas sur l'axe soit approximativement à la hauteur de la première vrille (fig 8). Cette étude a permis de fixer le niveau de la taille à appliquer aux semis âgés d'un an afin d'obtenir à la fois une bonne expression de la fertilité et une production suffisante d'yeux pour le greffage ou le bouturage.

La régression de la fertilité au vignoble sur celle notée en serre pour les mêmes obtentions est très hautement significative. Les meilleurs résultats à cet égard ont été obtenus avec les densités de plantation les plus faibles (3 à 4 plantes par m² de serre).

INTRODUCTION

L'élaboration de tests précoces sur les semis de vigne nécessite une connaissance suffisante de ce matériel. Il n'est pas possible d'extrapoler à ces plantes les résultats acquis par la physiologie de la Vigne sur du matériel issu de la multiplication

végétative. Ces deux catégories de vignes sont en effet très dissemblables, à la fois au plan morphologique (système radiculaire, phyllotaxie, format) et au plan génétique : à l'hétérogénéité des plants de semis s'oppose l'homogénéité du matériel utilisé habituellement pour l'expérimentation.

La fertilité, c'est-à-dire le nombre d'inflorescences comptées après le débourrement d'un œil, est un caractère important pour le sélectionneur : une forte proportion des plantes n'arrive pas à atteindre un niveau suffisant à cet égard, ce qui conduit à une productivité trop faible.

La mise au point d'un test précoce reposant sur ce caractère présente d'autant plus d'intérêt que le tri peut s'effectuer moins d'un an après le semis. Nos premiers travaux sur ce sujet (WAGNER et BRONNER, 1967) étaient plus ambitieux puisqu'ils envisageaient une sélection portant non seulement sur les inflorescences mais également sur le fruit. La principale difficulté qui a été rencontrée à l'usage est que la densité de plantation utilisée lors de la première année de culture se révélait ensuite trop élevée pour le second cycle végétatif, cela créait de mauvaises conditions de nouaison et de maturation. Nous avons donc été conduits à porter d'abord tous nos efforts sur l'obtention d'un critère efficace de sélection après le débourrement, à la sortie des inflorescences. Ultérieurement d'autres possibilités de tris, à des stades végétatifs plus tardifs pourront à nouveau être abordés dans de meilleures conditions, compte tenu des résultats obtenus dans la présente étude et d'une amélioration des techniques de culture.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les observations ont porté d'une part sur différentes familles de plants de semis issus de croisements intraspécifiques de *Vitis vinifera* L. établis au vignoble de Bergheim (Haut-Rhin) sans avoir subi de sélection sur la fertilité et, d'autre part, sur la totalité de ces mêmes plantes, alors qu'elles étaient encore en serre, élevées en culture hydroponique (HUGLIN et JULLIARD, 1964). Ainsi la relation entre les notations de fertilité en serre et à la vigne a pu être étudiée de façon précise.

La technique de culture hydroponique a déjà été décrite par ailleurs (WAGNER et BRONNER, 1967). Elle a cependant subi quelques modifications ; les pépins germés sont à présent placés dans des godets en polyéthylène de dimensions 11 × 11 × 11 cm soumis à la subirrigation. Dans ces conditions la transplantation dans les bacs de culture peut être retardée jusqu'au stade « dixième feuille », c'est-à-dire lors de l'apparition des premières vrilles (fig. 1). Une sélection assez sévère doit être pratiquée à ce stade précoce afin d'éliminer les plantes les plus chétives, car il est nécessaire que les phases végétatives suivantes :

— croissance et initiation florale dans les bourgeons des yeux,
— aoûtement et entrée en dormance de ceux-ci,
— chute des feuilles et repos végétatif,
— débourrement et sortie des inflorescences,

puissent se succéder en moins d'un an.

Par ailleurs après la chute des feuilles, les plantes restent en place ; elles sont taillées au niveau du vingtième œil au-dessus de la première vrille. Le bois ainsi récolté donnera des boutures qui, après un an de pépinière, pourront être plantées au vignoble à raison de deux souches par génotype.

La levée de dormance des yeux des semis s'obtient en novembre et début décembre en arrêtant le chauffage de la serre jusqu'à ce que les plantes aient subi pendant 7 jours consécutifs une température moyenne journalière inférieure à 10°C (POUGET, 1963).

Comme on a renoncé pour l'instant à obtenir des grappes mûres en serre, le deuxième cycle végétatif y est interrompu après la notation du nombre d'inflorescences par pousse (fig. 2). On désignera ci-dessous par fertilité en serre d'un plant de semis la valeur obtenue en prenant la moyenne des résultats donnés par les quatre pousses les plus distales de celui-ci.

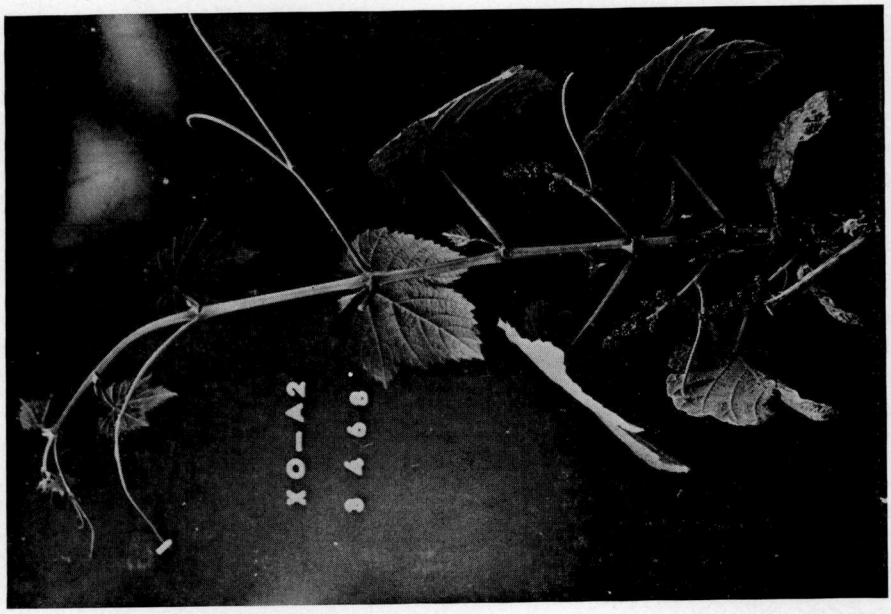


FIG. 2. — *Inflorescences sur l'une des pousses distales d'un semis d'un an qui a été taillé au niveau du vingtième œil au-dessus de la première vrille*

FIG. 1. — *Semis âgé de 3 mois au stade correspondant à la transplantation en bac de culture hydroponique*

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. — *Relation entre la fertilité et la vigueur mesurée par le diamètre à la base des plants de semis*

On sait qu'au vignoble la vigueur des souches exerce une influence prépondérante sur la formation des ébauches florales dans les bourgeons latents (BRANAS, BERNON, LEVADOUX, 1946 ; HUGLIN, 1958).

Dans le cas de semis cultivés en plein champ ZANKOV et STOEV (1962) signalent qu'un minimum de vigueur est requis pour obtenir la fructification ; en serre HUGLIN et JULLIARD (1964) observent également que « l'obtention de plants de semis très vigoureux en culture sans sol constitue un premier pas » (dans la réalisation d'une mise à fruit rapide). Si on range ces jeunes vignes âgées de 6 mois d'après le diamètre de leur axe principal au-dessus du collet, on note une *croissance rapide du pourcentage de plantes fertiles suivant les classes de vigueur ainsi constituées* (WAGNER et BRONNER, 1967). On obtient de bien meilleurs résultats sur des plantes plus âgées (un an) car en conditions de culture hydroponique, tous les génotypes, même les moins vigoureux, se situent alors au-dessus du seuil requis (5 mm de diamètre) pour observer un niveau de fertilité plus ou moins élevé d'une plante à l'autre.

En étudiant d'une façon plus précise et sur des effectifs importants la régression de la fertilité des plants de semis sur leur diamètre (fig. 3), on trouve une liaison significative, mais le coefficient de corrélation correspondant est très faible ($r = 0{,}14$). *A ce niveau de vigueur, les variations de diamètre des tiges, qu'elles soient dues au milieu ou à des différences de nature génétique, n'ont plus qu'une influence négligeable sur la fertilité.*

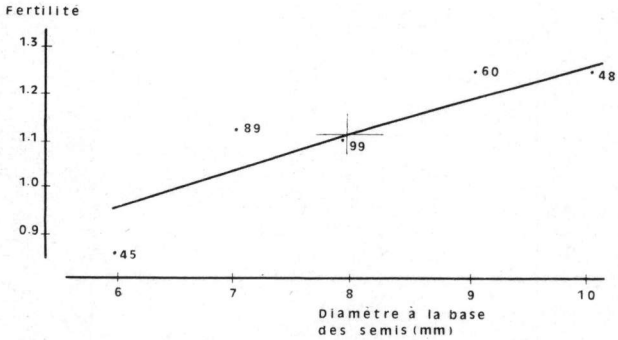


FIG. 3. — *Diagramme de régression de la fertilité des semis en fonction de leur diamètre*
Les nombres indiqués près des points moyens correspondant à chaque classe de diamètre indiquent le nombre de plantes observées

2. — *Relation entre la fertilité et la longueur moyenne des entre-nœuds* (ou merithalles)

Le sarment de vigne présente une succession de deux nœuds portant une vrille (N_1 et N_2), suivis d'un nœud sans vrille (N_0). A cette disposition correspond une alternance régulière de trois longueurs différentes de mérithalles (ZIMMERMANN, 1954 ; BOUARD, 1967).

Nous avons vérifié que ces observations s'appliquent également à l'axe primaire des semis de Vigne. Il faut cependant noter que, contrairement aux résultats de BOUARD, nous avons constaté que ce n'est pas le mérithalle N_0N_1 qui est le plus court : le plus souvent N_0N_1 *est plus long que* N_2N_0. Mais ce qui est particulièrement remarquable sur l'axe primaire des plants de semis c'est la régularité de la succession des deux catégories de nœuds dès la première vrille, alors que les 13 boutures de «Muscat Ottonel» prises à titre de comparaison n'ont présenté cette alternance régulière sur leurs pousses qu'au-dessus d'un niveau compris entre le 5e et le 10e œil en général. Ce résultat indique, qu'au moins dans certains cas, le fonctionnement du méristème apical de l'œil latent est moins régulier avant son entrée en dormance — pendant la période de croissance gemmaire, (BRANAS, 1957) — qu'après le débourrement. Par contre le nombre de plants de semis ayant des irrégularités pour ce caractère de présence/absence de vrilles est très faible (3 p. 100).

En se basant sur ces données nous avons pu analyser de façon assez fine la croissance d'un semis de Vigne en étudiant la variation de la moyenne mobile

$$m_i = \frac{1}{3}(N_iN_{i+1} + N_{i+1}N_{i+2} + N_{i+2}N_{i+3})$$

en fonction du rang i des nœuds se trouvant au-dessus de la première vrille, après s'être assuré que la plante présente bien la séquence régulière indiquée ci-dessus et qu'en moyenne chaque plante durant cette période se développe à raison de 0,67 à 0,69 entre-nœud par jour.

Nous avons effectué ces calculs au niveau d'un lot homogène de plantes, afin de réduire l'importance des fluctuations aléatoires, aucune perte d'information utile n'étant à craindre puisqu'on s'assure au préalable de la régularité de la disposition des vrilles.

A titre d'exemple nous avons reproduit dans la figure 4 trois courbes de ce type correspondant chacune à un groupe de plants de semis situés dans un même bac de culture et ayant des diamètres à la base différents. Pour le lot de plantes de vigueur moyenne (7 mm de diamètre) on voit que m_i augmente assez régulièrement avec i, par contre, les semis les plus vigoureux présentent un net ralentissement de la croissance à partir du 9e œil. La cause exacte de cette diminution de l'activité des méristèmes de deux lots de plantes n'a pu être établie avec certitude, d'autant plus que cet « accident » se manifeste de façon assez variable d'un bac de culture à l'autre.

Quoi qu'il en soit on pouvait craindre qu'il y ait une liaison statistique significative entre la fertilité et ces variations accidentelles de la longueur des mérithalles, dont la croissance s'est effectuée pendant la période d'initiation florale des yeux appelés à donner les pousses portant les inflorescences observées. Nous avons d'abord comparé les droites de régression de la fertilité sur les longueurs de 15 mérithalles pour plusieurs classes de « vigueur » — mesurée par le diamètre à la base des semis. L'analyse statistique (SNEDECOR et COCHRAN, 1957) n'ayant montré aucune différence significative pour la vigueur, l'ensemble de ces données a pu être regroupé. On voit sur la figure 5 que le coefficient de corrélation correspondant à cette régression est hautement significatif tout en étant très faible : $r = 0{,}27$. Autrement dit, dans nos conditions de cultures hydroponiques, *une interférence entre la croissance des mérithalles et le processus d'initiation florale ne peut pas*

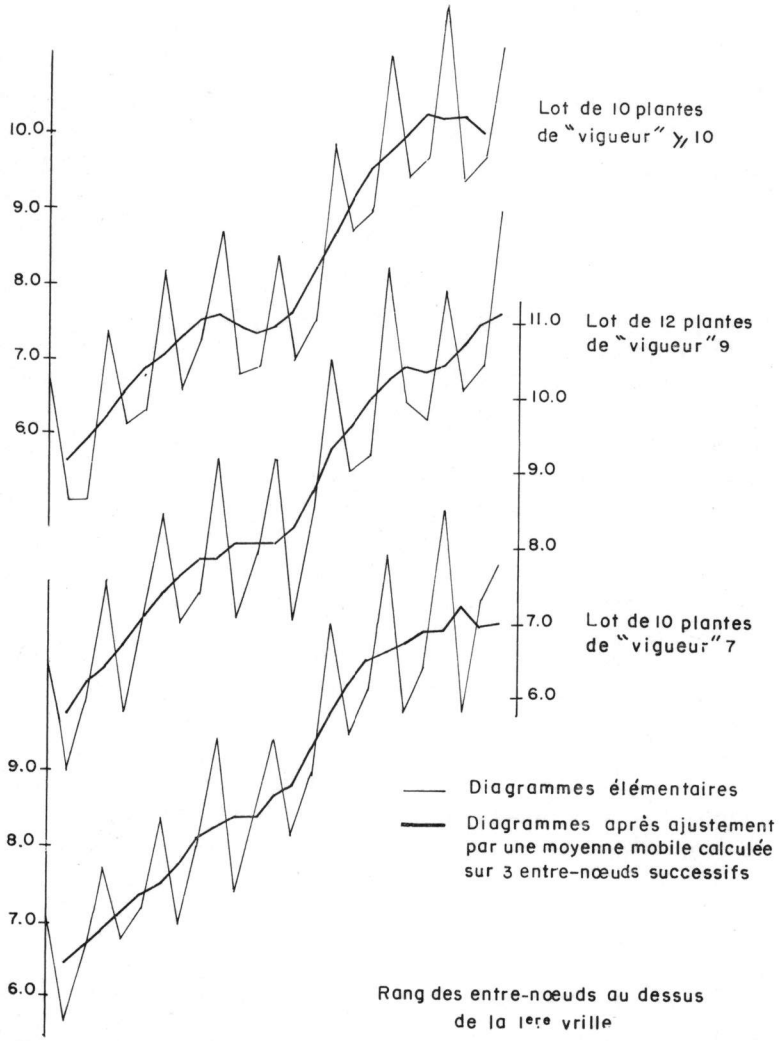


FIG. 4.— *Variation de la longueur moyenne des entre-nœuds de différents lots de plantes selon leur rang compté au-dessus de la 1re vrille*

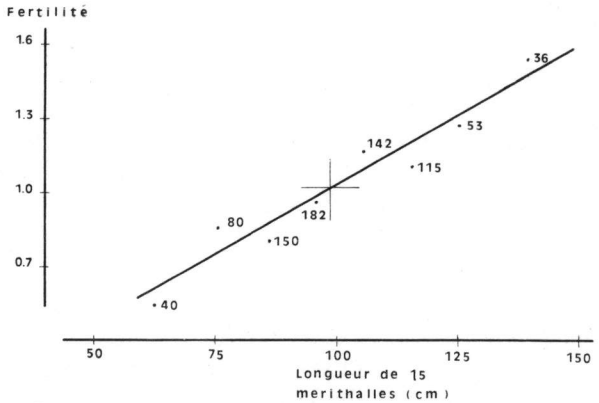


FIG. 5. — *Diagramme de régression de la fertilité des semis en fonction de la longueur des 15 mérithalles situés immédiatement au-dessus de la première vrille*

Les effectifs de chaque classe sont indiqués à proximité du point moyen correspondant

être exclue, mais l'influence sur la fertilité due à cette cause de variation, est minime, comparée aux écarts très importants constatés d'une plante à l'autre. Ces résultats sont malgré tout assez peu précis, car nous n'avons pas encore eu la possibilité d'étudier également cette régression au niveau intravariétal.

Il faut également signaler que des variétés à mérithalles très longs ne sont guère souhaitables car elles entraîneront au vignoble des frais de palissage plus importants qu'un cépage à entre-nœuds courts comme le «Sylvaner». La faible corrélation trouvée au niveau intervariétal entre la fertilité et la longueur des mérithalles écarte le risque que la sélection en serre pour une bonne fertilité conduise à une majorité de plantes à palissage onéreux, même s'il existait une liaison étroite entre la longueur moyenne des entre-nœuds des semis en serre et au champ.

Il est prévu d'estimer cette seconde corrélation, car si elle était suffisamment nette une sélection en serre sur ce caractère serait à envisager.

3. — *Variation de la fertilité suivant le rang de l'œil*

L'origine des abcisses de la figure 6 se trouve à la première vrille apparue sur le plant, ce qui correspond environ à la 10e feuille comptée à partir du collet. Au-dessous de ce niveau on n'observe que très rarement des ébauches florales.

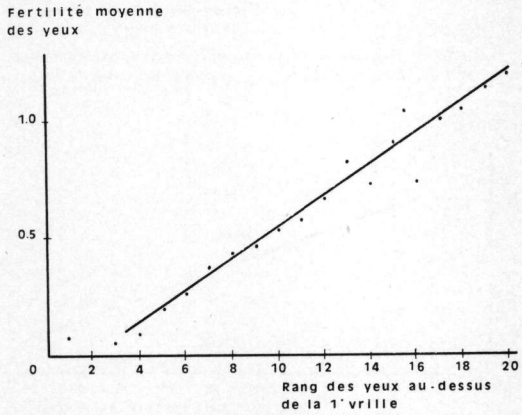


FIG. 6. — *Variation de la fertilité moyenne des yeux en fonction du rang des bourgeons latents comptés au-dessus de la première vrille*

En ordonnée figure la fertilité moyenne des yeux d'un rang donné, calculée pour l'ensemble des 344 semis considérés. On constate qu'un œil a d'autant plus de chances d'être fertile que son rang est plus élevé, la courbe de variation de la fertilité suivant le rang, peut être linéaire (cas de la fig. 6) ou, présenter une croissance rapide suivie d'un accroissement plus modéré. Nous observons dans tous les cas un niveau de fertilité élevé à compter du 15e œil.

Le résultat précédent correspond à des fertilités moyennes d'yeux de rang déterminé au niveau d'une famille de semis. Si on se place à présent au niveau de l'une de ces plantes, il est souvent possible de noter exactement à quel niveau apparaissent les premières inflorescences sur les pousses issues des yeux latents : il suffit pour cela qu'un nombre assez important d'yeux aient débourré tout le long de l'axe

(fig. 7). La figure 8 montre la droite de régression obtenue lorsqu'on étudie la variation de la fertilité des plants de semis en fonction du rang du premier œil fertile sur ceux-ci. *On voit que plus une variété est fertile, plus le rang où l'on note la première grappe est bas.*

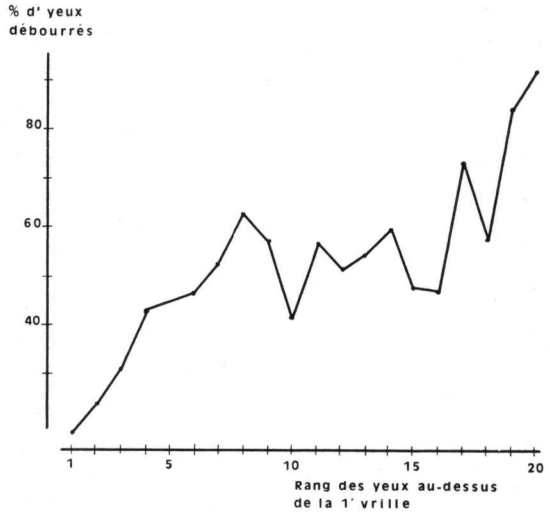


FIG. 7. — *Variation du pourcentage d'yeux débourrés en fonction du rang des bourgeons latents comptés au-dessus de la première vrille*

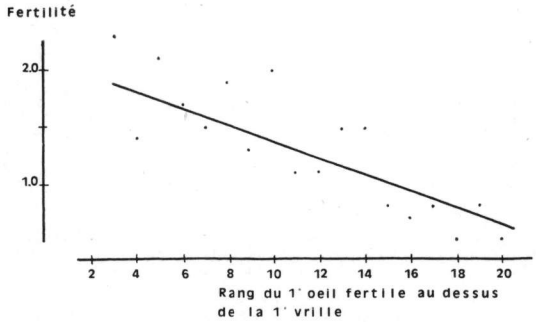


FIG. 8. — *Diagramme de régression de la fertilité des semis en fonction du rang du premier œil fertile au-dessus de la première vrille*

Il apparaît aussi sur ce graphique qu'une taille pratiquée au niveau du 20e œil permet de noter valablement tous les semis dont la fertilité dépasse un seuil qui se situe aux environs de 0,80. Dans ce cas ceux qui ont une fertilité plus faible auront une appréciation sous-estimée, ce qui a peu d'importance puisqu'ils sont trop pauvres en inflorescences pour pouvoir être conservés utilement.

4. — *Étude de la liaison entre la fertilité notée en serre et celle observée au vignoble*

Nous avons trouvé une régression très hautement significative ($r = 0{,}62$ (fig. 9)) entre les comptages de fertilité effectués au vignoble par rapport à ceux

relevés en serre pour un lot de semis n'ayant pas fait l'objet d'une sélection sur ce caractère. Ce résultat est important puisqu'il nous assure qu'un tri précoce d'après la fertilité notée en serre présentera une bonne efficacité. Dans le cas de la figure 9 une élimination de 50 p. 100 des plantes en serre est possible, alors même qu'il s'agit d'une famille ayant une très bonne fertilité moyenne. On pourra évidemment être plus sévère pour des familles possédant une moins bonne fertilité.

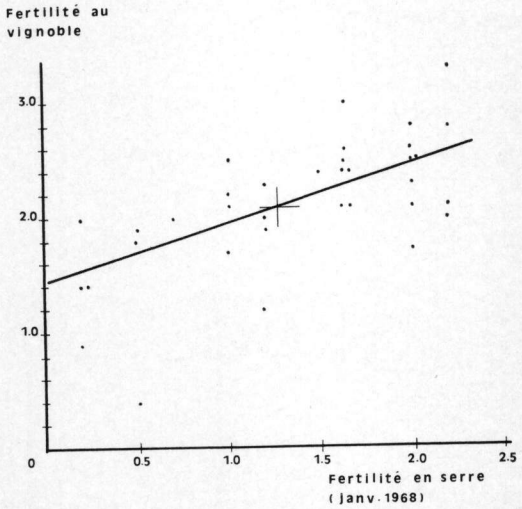


FIG. 9. — *Diagramme de dispersion et droite de régression de la fertilité au vignoble en fonction de la fertilité en serre d'un lot de semis*

Comme nous plantons deux exemplaires de chaque obtention dans notre vignoble de Bergheim, nous avons calculé le coefficient de corrélation entre la fertilité notée sur la 1re et la 2e souche de chacune de ces variétés. Sur un échantillon de 109 obten-

TABLEAU I

Comparaison des différences de fertilité entre serre (fév. 1969) *et vignoble* (1972) *sur 202 semis*
(« Riesling » × « M. Ottonel » 1969)

Moyenne (fertilité vignoble-fertilité serre)
selon la vigueur et la densité en serre

		Vigueur en serre		Effectifs
		⩽ 6 mm	> 6 mm	
Densité en serre	forte	1,01 (28)	0,47 (45)	(73)
	faible	0,39 (14)	0,43 (115)	(129)
Effectifs		(42)	(160)	(202)

TABLEAU 2

Analyse de variance (modèle croisé 2 × 2 non orthogonal)

	DL	SCE	F
Vigueur (densité ignorée)	1	4,338	—
Densité	1	0,164	0,28
Densité (vigueur ignorée)	1	4,307	—
Vigueur	1	0,195	0,33
Interaction Densité × vigueur	1	2,491	4,29*
Résiduelle	196	113,604	—
	201		

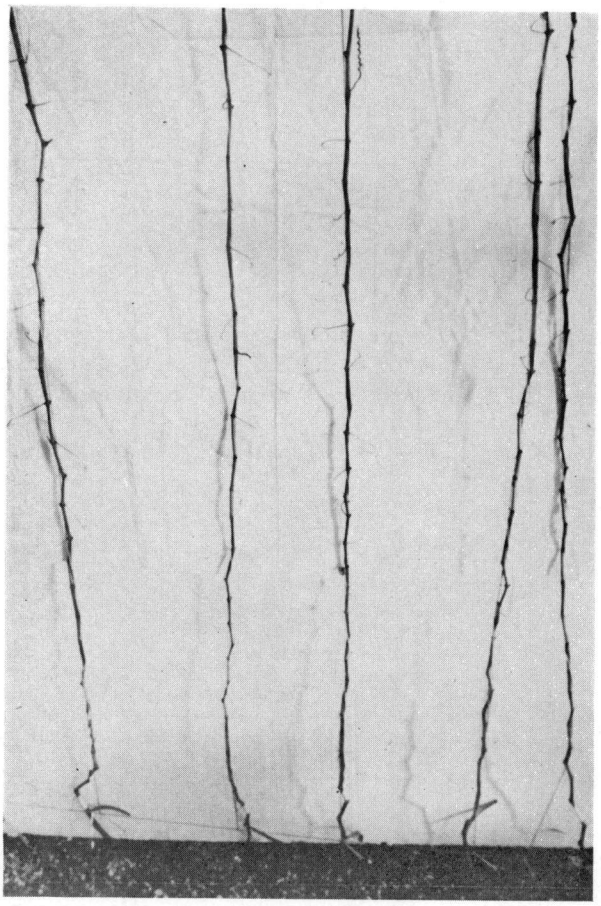


FIG. 10. — *Semis âgés de 10 mois dans un bac de culture hydroponique peu après la chute des feuilles*

La longueur totale aoûtée de ces plantes varie entre 3 et 6 mètres. La densité moyenne du peuplement est de 3,7 plantes par m² de serre. L'emplacement de la première vrille a été indiqué par la coloration en blanc de l'entre-nœud situé en dessous de celle-ci.

tions âgés de 3 ans on a trouvé $r = 0{,}65$. *La notation en serre après un an de culture se révèle donc équivalente à celle qui est faite 5 ans après le semis sur une souche au vignoble.*

Ce n'est pas tant le gain de temps de 4 ans qui importe, mais plutôt la possibilité qu'offre cette information précoce *d'éliminer avant plantation, une fraction importante de plantes de peu d'intérêt,* qui, sinon, encombreraient le terrain pendant les 7 années que dure la première étape de sélection au vignoble.

Toutefois l'obtention d'une corrélation suffisamment étroite entre les observations en serre et au vignoble implique quelques contraintes au niveau de la densité des semis en serre.

Le tableau 2 est une analyse des différences de fertilité qui apparaissent entre ces deux milieux. On constate une influence significative de l'interaction densité × vigueur. Le tableau 1 montre effectivement qu'à une forte densité en serre (7 plantes/m²) correspondent des différences de fertilité moyenne très importantes, selon qu'il s'agit de semis vigoureux (1,01) ou non (0,47). Au contraire avec une faible densité (3,5 plantes/m²) les semis assez chétifs ou les plus vigoureux conduisent à des différences de fertilité très voisines 0,39 et 0,43 respectivement. *Une faible densité* (3 à 4 plantes/m² de serre dans nos conditions) *est donc indispensable pour obtenir un bon jugement de la fertilité.*

CONCLUSIONS RELATIVES A L'EXÉCUTION D'UN TRI PRÉCOCE DES SEMIS D'APRÈS LEUR FERTILITÉ

Grâce à la culture hydroponique sous serre on arrive à obtenir, même dans les régions septentrionales, des semis de vigne ayant le niveau de vigueur requis permettant d'atteindre rapidement des conditions d'initiation florale satisfaisantes.

Pour avoir des notations de fertilité ayant une bonne valeur de prédiction des performances ultérieures au vignoble deux conditions doivent en outre être remplies :

1° La densité des semis lors de la transplantation ne doit pas dépasser 3 à 4 plantes par m² de serre. Il serait même préférable d'adopter des écartements légèrement plus grands pour des descendances susceptibles de présenter une faible fertilité moyenne.

Pour ne pas aboutir à des prix de revient par obtention trop élevés, une technique de culture hydroponique simplifiée sous serre légère est actuellement à l'étude.

2° La taille permet de fixer le rang des yeux latents qui vont débourrer et sur lesquels sera calculée la fertilité. Elle doit se situer au niveau du 20° œil au-dessus de la première vrille. Là aussi il pourra être éventuellement nécessaire de s'adapter à la fertilité moyenne du matériel à sélectionner. Plus elle risque d'être faible, plus on devra tailler haut ; au contraire, dans le cas de familles présentant une bonne fertilité moyenne — comme la descendance du croisement « Riesling » × « Muscat Ottonel » — les plantes ont pu être rabattues au niveau du 15ᵉ œil. Un plus grand nombre de boutures à deux yeux (6 à 12) peut alors être récolté sur chaque plante permettant ainsi une grande sévérité lors du tri des plants sortis de pépinière et destinés à l'expérimentation au vignoble.

Une sélection précoce se basant sur la fertilité des semis est d'un intérêt certain, étant donné la bonne corrélation trouvée entre les résultats que présente ce caractère en serre et au vignoble. Bien que le tri sur ce critère soit forcément modéré, il permet d'écarter 50 p. 100 de l'effectif initial. Afin d'éliminer valablement en serre un plus grand nombre de plantes, nous recherchons d'autres caractères — germination du pollen par exemple — pouvant être également employés.

Par ailleurs une technique de culture hydroponique simplifiée, autorisant des espacements plus larges, devrait réaliser des conditions de milieu encore plus favorables. Ainsi une sélection sur des caractères correspondant à des stades végétatifs postérieurs à la floraison devrait pouvoir être envisagée.

Reçu pour publication en décembre 1973.

SUMMARY

STUDY OF *VITIS VINIFERA* SEEDLING FERTILITY : APPLICATION TO AN EARLY SELECTION TEST

Research into obtaining a vine immobilizes a 3 to 4 m² area of viticultural land for 7 years, which is very costly, whence the profitability of early selection tests that can be performed before the vineyard is planted.

One of the characteristics which seems to best lend itself to an early valuation is fertility, *i.e.* the number of inflorescences counted after the removal of a bud. It is conditioned by several parameters, amongst which vigour is one of the most important as had, moreover, been suggested by HUGLIN and JULLIARD (1964).

The analysis, however, leads to rather different results according to the plant's stage of development. Thus, after one year's growth in hydroponic cultivation under glass, the seedlings attain such vigour that the latter no longer constitutes a limiting factor of inflorescence initiation. However, a highly significant — though practically negligible — drop in fertility is nevertheless observed on the diameter at the base or on the length of the merithallus of these plants (fig. 3 and 5).

The fertility of a bud also depends on its position on the axis of the seedling (fig. 6). The most fertile ones obtained are also those whose floral initiation starts earliest or lowest on the axis *i.e.* at approximately the height of the first tendril (fig. 8). This study permitted the level of pruning applicable to one-year old seedlings to be determined in order to obtain both good fertility and sufficient bud production for grafting or cutting.

The drop in fertility in the vineyard as against that observed under glass for the same plants is very highly significant. The best results in this respect were obtained with the lowest density planting (3 to 4 plants per m² under glass).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUARD J., 1967. Relation entre certains phénomènes rythmiques de croissance et la localisation des doubles nœuds sur les sarments de *Vitis vinifera* L. var. Ugni Blanc. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, Ser. D. **264**, 307-310.

BRANAS J., 1957. Sur quelques données ontogéniques. *Progr. agric. vitic.*, **31-32**, 58-67 ; **33-34**, 92-103.

BRANAS J., BERNON G., LEVADOUX L., 1946. *Éléments de viticulture générale.* École nat. agric. Montpellier.

BUTTROSE M. S., 1970. Fruitfullness in grapevines : Development of leaf primordia in buds in relation to bud fruitfullness. *Bot. Gaz.* **131**, 78-83.

HUGLIN P., 1958. Recherches sur les bourgeons de la Vigne : initiation florale et développement végétatif. *Ann. Amélior. Plantes*, **8**, 113-272.

HUGLIN P., JULLIARD B., 1964. Sur l'obtention de semis de vignes très vigoureux à mise à fruits rapide et ses répercussions sur l'amélioration génétique de la Vigne. *Ann. Amélior. Plantes*, **14**, 229-244.

POUGET R., 1963. La dormance des bourgeons et le mécanisme de sa disparition. *Ann. Amélior. Plantes*, **13**, n° hors série I, 1-247.

SNEDECOR G. W., COCHRAN W. G., 1957. *Méthodes statistiques*, 481-485, A. C. T. A., Paris.

WAGNER R., BRONNER A., 1967. Sélection préliminaire en serre de semis de Vigne. *Ann. Amélior. Plantes*, **17**, 159-173.

ZANKOV Z., STOEV K., 1962. Sur le traitement préalable des pépins de Vigne et l'époque de leur ensemencement (en russe). *Izvestia Inst. Rech. Vitic. et œn. Pleven, Bulgarie*, **3**, 5-21.

ZIMMERMANN J., 1954. Sprosshistologie und Holzreife bei der Rebe. *Mitt. Klosterneuburg* **4**, 101-119.

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 159-167.

GENETIC ANALYSIS OF POLLEN FERTILITY IN TWO LINES OF PETUNIA

Indra Sen SINGH

Laboratoire de Mutagenèse,
Station d'Amélioration des Plantes, I. N. R. A.,
21034 Dijon Cedex

SUMMARY

A genetic analysis of pollen fertility was carried out in two highly inbred lines of *Petunia hybrida* HORT., TL-h_1 and Sf-1a. The two lines, their F_1 hybrid, backcrosses and F_2 progenies were studied in a series of experiments. The effect of temperature on this character was also observed for the F_1 hybrid.

In the first experiment, a highly significant variance component is found within the plants of the two lines, within their F_1 plants and between the plants of their F_1 hybrid. No significance shows up between the plants in the two lines. Also, a highly significant effect of the temperature on pollen fertility in the F_1 hybrid is shown to exist. The pollen fertility response to temperature is of polynomial quadratic type and the theoretical optimum is 23°C.

In the second experiment, a highly significant among-plants variability is observed in line Sf-1a, its F_1 with TL-h_1, their backcrosses and F_2 progenies. No among plants significance is found in line TL-h_1.

It is hypothesized that pollen fertility is regulated mainly by genetic factors in both lines, but that their distribution is different in the two lines.

It is also suggested (*i*) that there is much epistasis between the fertility genes and the genetic background, and (*ii*) that the same genetic determinants of pollen fertility in a highly inbred line may have different expressions in varying physiological conditions.

INTRODUCTION

Male sterility factors in higher plants are known to exist in many species, and have potential practical applications in hybrid seed production to eliminate the cumbersome work involved in artificial hybridization.

Mutagens can induce sterility in M_1 plants of several species like, for instance, Barley (EHRENBERG *et al.*, 1966 ; EKBERG, 1969), Tobacco (MONTI, 1966) and Petunia (CORNU and DOMMERGUES, 1972). However, the mechanisms involved remain controversial. CORNU and DOMMERGUES (1972), after mutagenic treatment of F_1 hybrid zygotes between two lines of *Petunia hybrida* HORT., have observed many

cases of pollen sterility. Futhermore, some pollen sterility is observed in somatic anthocyanin mutants in this F_1, that must be due to deletions. Practically no case has been found in Petunia where a deletion did not induce gametophytic lethality.

In order to investigate the genetic determination of the sterility and the cellular behavior of the carrier plants during microsporogenesis, it was necessary to analyze the fertility levels and their variances in the two parental lines, the F_1 hybrid, the two backcrosses and the F_2. Studies were also undertaken to observe the pollen fertility of the F_1 hybrid at different controlled temperatures.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were conducted on two diploid ($2n = 14$) lines of *Petunia hybrida* HORT., namely, TL-h_1 and Sf-1a, their F_1 hybrid (TL-h_1 × Sf-1a), the two backcrosses and the F_2. Lines TL-h_1 and Sf-1a are highly inbred ; TL-h_1 was obtained by CORNU (personal communication) by doubling the chromosome complement of a haploid individual, while Sf-1a was built by a regular selfing procedure.

Experiment 1

Both lines and their hybrid were sown in pots in greenhouse. After six weeks, the seedlings were transplanted in the greenhouse field. Two plants from each line and F_1 hybrid and ten flowers along the height of each plant were taken at random. From each flower, mixed pollen grains of the five anthers were stained in ALEXANDER's solution (1969). About 600 pollen grains were observed in each flower.

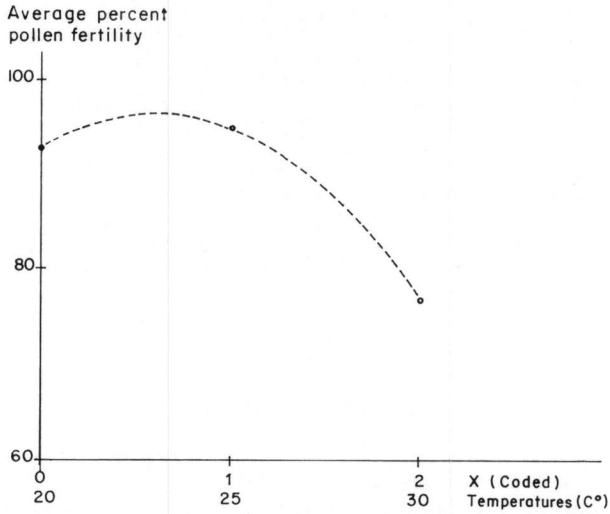


FIG. 1. — *Non-transformed average p. 100 pollen fertility of F_1 hybrid* (TL-h_1 × Sf-1a) *at different temperatures*

FIG. 1. — *Fertilité pollinique moyenne p. 100* (non-transformée) *de l'hybride F_1* (TL-h_1 × Sf-1a *à différentes températures*

$$Y = 93.12 + 11.67\ X - 9.74\ X^2$$

$$\text{Max. } Y \text{ at } X = 0.6, \text{ or } 20 + \frac{0.6}{0.2} = 23^{\circ}C$$

Pollen fertility at controlled temperatures.

To observe the effect of temperature on pollen abortion, a F_1 hybrid plant was cut into small cuttings. These cuttings were allowed to grow for about two weeks under uniform controlled conditions. Then, 12 rooted cuttings were maintained at each of three controlled temperatures (20, 25 and 30°C) with an illumination period of 16 hrs/day. Ten flowers from each cutting, taken at random along its height, were observed for their pollen fertility as already explained above. The average non-transformed percent pollen fertility was plotted against its corresponding temperature (fig. 1).

Experiment 2

In order to analyze the genetic variability in pollen fertility of the two lines, their F_1 hybrid, the two backcrosses and the F_2, their respective seeds were sown in pots in greenhouse. A trial on each genotypic class was called « sub-experiment ». Six weeks later, 50 seedlings from each sub-experiment were taken at random, except for the F_2 where the seedling sample size was 300, and transplanted into the greenhouse field. At flowering time, two random flowers from each plant were observed for their pollen fertility on about 600 pollen grains/flower, using Alexander's solution.

While counting the pollen grains on the slide, the coverslip was divided into three equal parts that were considered as replications within a given flower. From each part, counts were made under low power from different fields taken at random. About 200 grains were examined from each part. All the flowers studied were taken from different branches along the height of the plant at the same time every day and after anthesis.

Since the data on percent pollen fertility (Y) covered a wide range in each experiment, they were transformed into arcsin $\sqrt{Y}$. The transformed data were then statistically analyzed for each line and for each generation separately according to a nested design.

RESULTS

Experiment 1

Table 1 presents the analysis of variance and the average non-transformed percent pollen fertility of the two lines and their F_1 hybrid. The average pollen ferti-

TABLE 1

Analysis of variance of the transformed p. 100 pollen fertility of two inbred lines and their F_1 hybrid

Analyse de variance de la fertilité pollinique p. 100 (après transformation angulaire) *dans deux lignées consanguines et leur hybride F_1*

	Between Plants		Among-flowers within plants		Within flowers		Overall average p. 100 pollen fertility (non-transformed)
	d.f.	MS	d.f.	MS	d.f.	MS	
1. TL-h_1	1	27.15NS	18	96.50**	40	8.87	47.82
2. Sf-1a	1	26.33NS	18	47.65**	40	9.83	71.22
3. TL-h_1 × Sf-1a	1	1 009.50**	18	869.10**	40	282.10	86.82

** : Significant at P .01.
NS : Not significant at P .05.

lities, *i. e.*, 47.82, 71.22 and 86.82 p. 100 respectively, are statistically different from one another. In fact, the F_1 hybrid fertility is higher than that averaged over both parental lines which in turn are different from each other. The general vigor of the hybrid is also high as compared to that of the parental lines. The analysis of variance (table 1) shows a highly significant variance component within the plants in both lines and in their F_1 hybrid. No significant variance component exists between the plants in the two lines, but there is a highly significant between-plants variance component in the F_1 hybrid.

Effect of the temperature.

A highly significant effect of the temperature as well as of the cuttings and flowers is detected (table 2). The partitioning of the Temperatures Sum of Squares shows that the response to temperature is of polynomial quadratic type (table 2). The quadratic regression curve of pollen fertility in terms of the coded temperature levels is shown in figure 1. The maximum of this parabola occurs at 23°C ; this means that the theoretical optimum temperature for pollen fertility is 23°C.

TABLE 2

Analysis of variance of the transformed p. 100 pollen fertility at different temperatures on F_1 hybrid of TL-h_1 × Sf-1a

Analyse de variance de la fertilité pollinique p. 100
(après transformation angulaire)
à différentes températures de l'hybride F_1 de TL-h_1 × Sf-1a

Source of variation	d.f.	SS	MS
Temperatures	2	50 373.48	25 186.74**
Linear regression	1	31 727.52	31 727.52**
Quadratic regression	1	18 645.96	18 645.96**
Cuttings/temperatures ...	33	11 234.24	340.43**
Flowers/cuttings	324	7 613.24	23.50**
Within flowers	720	3 509.98	4.87
Total	1 079	72 730.94	

Experiment 2

The analyses of variance in all six sub-experiments are shown in table 3 together with the estimated genetic variance components (s_G^2) and 95 percent confidence intervals around the corresponding parameters (σ_G^2). Since the purpose of this experiment is to investigate the genetic variability due to genetic differences among the plants, the hierarchical design is based only upon a « among-plants » and « between-flowers-within-plants » classification.

Highly significant among-plants variance components are observed in all analyses, except for that on line TL-h_1, which shows non-significant, and for that on the

TABLE 3

Analysis of variance of the transformed percent pollen fertility in different generations. Estimated variance components (s^2_G) and 95 p. 100 confidence intervals around the corresponding parameters (σ^2_G)

Analyse de variance de la fertilité pollinique p. 100 (après transformation angulaire) *dans différentes générations. Estimation des composantes de variabilité génétique (s^2_G) et intervalles de confiance à 95 p. 100 pour les paramètres correspondants (G^2_G)*

Generation	Among-plants		Between flowers within plants		Estimated variance component (s^2_G)	95 p. 100 confidence interval around the corresponding parameter (σ^2_G)
	d.f.	MS	d.f.	MS		
1. TL-h_1 (P_1)	49	63.27 NS	50	115.05	—	—
2. Sf-1a (P_2)	49	95.76**	50	24.04	35.86 ± 9.77	$22.25 < \sigma^2_G < 67.56$
3. TL-h_1 × Sf-1a (F_1)	49	37.84*	50	19.72	9.06 ± 4.22	$4.29 < \sigma^2_G < 30.20$
4. (TL-h_1 × Sf-1a) × TL-h_1 (B. C.)	49	224.56**	50	44.87	89.84 ± 22.67	$57.34 < \sigma^2_G < 160.43$
(TL-h_1 × Sf-1a) × Sf-1a (B. C.)	49	189.83**	50	29.18	80.32 ± 19.01	$52.60 < \sigma^2_G < 137.58$
5. (TL-h_1 × Sf-1a) Selfed (F_2)	297	425.10**	298	58.79	183.15 ± 17.55	$152.98 < \sigma^2_G < 223.26$

* Significant at P .05.

F_1 hybrid, which shows significant at the five percent level (table 3). The estimated variance components of the backcrosses and F_2 are quite large, particularly in the F_2 generation (table 3).

DISCUSSION

Experiment 1

All the cells in a plant of each highly inbred line (table 1, points 1 and 2) are theoretically genotypically identical. However, there still exists a highly significant variance component among the flowers within the plants in both lines. Since the lines are highly inbred, it is not reasonable to think that this heterogeneity is due to genetic segregation. Hence, this variability must be due to some other cause (*s*). A possible cause may be that this variability among flowers within the plants of a line is due to changes in the physiological conditions of the plant as it grows older. The gametophytes are surrounded by homozygous sporophytic tissues which lack buffering against even slight environmental changes, and therefore reacting differently to changing physiological conditions. So, the influence of these tissues on the gametophytes is not constant from flower to flower ; therefore, the fertility genes, though identical throughout the whole plant, may have different expressions. This may explain the within-plants variability which could be labelled « Sporophytic Variability ».

Since the flower sampling on an individual is made along the whole stem of the plant, and since the sample size is quite large, the variability mentioned above is averaged over the entire plant. Therefore, no difference due to this kind of phenomenon could be detected between the plants. The non-significance of the among-plants Mean Square in both lines, in spite of the within-plants variability, could be explained in this manner.

A F_1 plant possesses a presumably considerable number of heterozygous loci. Therefore, the sporophytic (diploid) cells in the anthers are quite well buffered against environmental changes (especially those acting upon or due to the plant physiology) occuring during the growth of the plant. This places the pollen in an environment which is relatively stable from flower to flower.

If one assumes that just a few loci (say 3 or 4) are directly involved in the determination of the pollen fertility character, and even if everyone of these loci is in heterozygous state, the sample size in each flower is certainly sufficient to cover the genetic segregation occuring during sporogenesis. Therefore, no genetic difference should appear among flowers within a plant. *A fortiori*, since all F_1 plants are identical, no genetic difference should show among F_1 plants. However, the analysis of variance found significant genetic variance components in both within- and among-plants Mean Squares (table 1, point 3).

It should be kept in mind that all the heterozygous loci segregate during sporogenesis. This segregation yields a very large number of different gametophytes. Hence, even if the sample size in each flower is sufficient to cover the segregation at the fertility loci themselves, it is far from being sufficient to cover the segregation that occurs at the heterozygous loci other than those directly involved in pollen

fertility determination. It is therefore clear that the epistatic reactions between the genetic background of a given gametophyte and its fertility factors can be of many different kinds. These epistatic reactions, and the fact that the sample size (even taken from the whole plant) is undoubtedly not sufficient to cover the segregation at all the heterozygous loci, could reasonably explain the observed variability both within and between the F_1 plants. This type of variability could be called « Epistatic Gametophytic Variability ».

Temperature and pollen fertility.

Amongst the environmental factors influencing pollen fertility, the temperature seems to be very important. The pollen fertility decreases drastically when the plants are grown at 30°C.

The pollen fertility response to temperature is of polynomial quadratic type (table 2 and fig. 1). The quadratic regression curve of the average non-transformed percent pollen fertility (Y) plotted against its corresponding coded temperature (X) shows that the theoretical maximum pollen fertility occurs at 23°C (fig. 1).

The significant differences observed within and among the cuttings could be explained in the same way as that offered for explaining the variability found in the F_1 hybrid by the analysis of variance in table 1.

Experiment 2

The analysis of variance in table 3, point 1 found no significant difference among the plants in line TL_r-h_1. This highly inbred line has been obtained by diploidization of a haploid plant. Therefore, it is strictly homozygous for all its loci. Since the flower sampling on an individual is made along the whole stem of the plant, and since the sample size is probably large enough, although five times smaller that in experiment 1 to cover the within-plant sporophytic variability, this variability is averaged over the entire plant. Thus, the non-significance of the among-plants variability in line TL_r-h_1 could be explained as in experiment 1.

The analysis of variance in table 3, point 2 revealed highly significant differences among plants in line Sf-1a. Since it is argued, for TL_r-h_1, that the sample size is still sufficient to cover the sporophytic instability due to the lack of buffering, and since there is no evident reason for Sf-1a to behave differently from TL_r-h_1, as far as this buffering is concerned, there must be another reason for these differences among the plants of line Sf-1a.

One should remember that the Sf-1a line was obtained by several generations of inbreeding. This procedure ensures only the magnitude of the inbreeding coefficient which is nothing but a theoretical probability. However, many physiological as well as genetic features in a given organism can easily disturb the mathematical rules for calculating this probability. Therefore, the Sf-1a line may well be less homozygous than expected and hence show pollinic segregation (1). So, even if the sample size was sufficient to cover the pollinic segregation within a given plant, one would still find a significant « Among-Plants » variance component due to genetic differences

(1) Of course, such pollinic segregation due to less-than-expected homozygosity of this line may be partly responsible for the within-plants variability observed in experiment 1.

which exist between the Sf-1a plants. The overall pollinic segregation in a given plant refers to the average value of the genotype of this plant for pollen fertility.

In table 3, point 3, a « among-plants » variability is implied by the explanation proposed for table 3. 2, and is partially due to the supposed genetic heterogeneity of line Sf-1a. Therefore, the F_1 plants are not genetically identical. However, the F_1 pollinic segregation due to all alleles that differ from TL_r-h_1 to Sf-1a, and which is not covered by the sample size ([1]), is probably the main reason for the difference among plants.

The among-plant differences found in table 3, point 4, are not a matter of mainly sample size any more. There are genotypic differences among the backcross plants. Hence, we expect differences among-plants to be due

(*i*) to genetic differences among backcross plants, and

(*ii*) to too small a sample size as in explanation for table 3. 3.

It is therefore reasonable to expect a larger variance component among backcross plants than among F_1 hybrid plants.

Differences among F_2 plants (table 3, point 5) arose from genetic segregation. The genetic variability among F_2 plants is larger than that among backcross plants. This, again together with too small a sample size within plants, should account for the significant variance component. It is expected that this variance component be larger than those for the two backcrosses, mainly because of the larger genetic variability among F_2 plants.

CONCLUSIONS

On the basis of these experiments, the following tentative conclusions may be drawn :

1. The two highly inbred lines, TL_r-h_1 and Sf-1a, pollen fertility is regulated mainly by genetic factors, but the distribution of the favorable and non-favorable alleles is different for the two lines.
2. It is believed that there is much epistasis between the fertility genes and the genetic background.
3. The same genetic determinants of pollen fertility in a highly inbred line may have different expressions in varying physiological conditions.
4. The pollen fertility response of the F_1 hybrid to temperature is of polynomial quadratic type, with a theoretical optimum at 23°C.

To confirm the third hypothesis, an especially designed experiment is being carried out to investigate the fertility levels and variance components of the two lines and their F_1 hybrid in different controlled conditions.

Reçu pour publication en janvier 1974.

([1]) Five times less than in expt. 1 in which the sample size (6 000) was already supposed not to be sufficient for this segregation.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to Marc A. DALEBROUX, from the Biology Division of the European Community Commission in Brussels, Belgium, and to Hubert DULIEU, from the C. N. R. S., for their valuable suggestions in discussing the manuscript.

RÉSUMÉ

ANALYSE GÉNÉTIQUE DE LA FERTILITÉ POLLINIQUE CHEZ DEUX LIGNÉES DE PÉTUNIA

Une analyse génétique de la fertilité pollinique chez *Petunia hybrida* HORT. a été faite à partir de deux lignées hautement consanguines, TL-h_1 et Sf-1a, leur hybride, les rétrocroisements et la F_2. L'effet de la température sur la fertilité a été observé sur l'hybride F_1.

Dans une première expérience, on a mis en évidence une composante de variabilité hautement significative :

1° entre les fleurs d'une même plante de chacune des deux lignées ;
2° entre plantes F_1 et entre fleurs d'une même plante F_1.

On n'a pas détecté de différences entre plantes d'une même lignée. Enfin, on a montré que la réponse à la température de l'hybride F_1 est de type polynomial quadratique, avec un optimum théorique à 23°C.

Dans une deuxième expérience, on a observé une composante de variabilité hautement significative entre plantes dans la lignée Sf-1a, sa F_1 avec TL-h_1, leurs rétrocroisements et F_2. Il n'y avait pas de différences entre les plantes de la lignée TL-h_1.

On formule l'hypothèse que la fertilité pollinique dans les deux lignées est due surtout à l'action de facteurs génétiques. Toutefois, la distribution de ces facteurs n'est pas la même dans chacune des lignées étudiées.

On pense aussi (*i*) qu'il existe beaucoup d'interactions épistatiques entre les gènes de fertilité et le fond génétique, et (*ii*) que les mêmes facteurs génétiques d'une plante hautement consanguine peuvent s'exprimer différemment dans des conditions physiologiques différentes.

REFERENCES

ALEXANDER M. P., 1969. Differential staining of aborted and non-aborted pollen. *Stain technol.*, **44**, 3, 117-122.

CORNU A., DOMMERGUES P., 1972. Analyse génétique des modifications induites aux loci liés A-R du Pétunia. Congrès *Eucarpia-AIEA-FAO, Bari (Italie)*, (in press).

EHRENBERG L., LUNDQVIST U., OSTERMAN S., SPARRMAN B., 1966. On the mutation action of alkane-sulfonic esters in barley. *Hereditas*, **56**, 277-305.

EKBERG I., 1969. Different types of sterility induced in barley by ionizing radiations and chemical mutagens. *Hereditas*, **63**, 257-278.

MONTI L. M., 1966. Preliminary data on radiation induced gametes sterility in M_1 plants of *Nicotiana tabacum*. *Rad. Bot.*, **7**, 177-182.

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 169-184.

ACTION DES VIRUS DU TYPE ILAR SUR LE POLLEN DE L'ESPÈCE *PRUNUS PERSICA*

C. MARENAUD et R. SAUNIER

Station de Recherches d'Arboriculture fruitière,
Centre de Recherches de Bordeaux, I. N. R. A.,
33140 Pont de la Maye

RÉSUMÉ

Les essais réalisés durant six années (1965-1971) sur plusieurs cultivars de l'espèce *P. persica* ont permis de mettre en évidence l'influence des virus de type ILAR (Isometric Labile Ring Spot) qui se transmettent par le pollen, sur les gamétophytes mâles des arbres infectés.

Les modifications apportées par la présence de ces virus sur le pollen issu des pêchers infectés ont été révélées par l'observation, en microscopie optique, des caractères morphologiques des gamétophytes mâles ainsi que par l'étude de leur germination *in vitro*. Ces modifications consistent :

— en une réduction plus ou moins importante du nombre de grains de pollen normaux,

— en une diminution du taux de germination *in vitro* des grains de pollen paraissant morphologiquement normaux,

— en un ralentissement de l'élongation des tubes polliniques des grains de pollen germés *in vitro*.

L'adjonction d'acide gibbérellique au milieu de culture augmente sensiblement le taux de germination des grains de pollen issus de pêcher infecté.

Ces trois faits pourraient expliquer, au moins en partie, le taux relativement faible de recontamination des pêchers par des virus ILAR ; on peut en effet considérer que la triple action de ces virus sur le pollen de pêcher constitue un facteur limitant leur diffusion naturelle en verger.

INTRODUCTION

La transmission par le pollen et la semence d'affections induites par des virus de type ILAR chez les arbres fruitiers est un mode important de dissémination de ces maladies (GILMER et WAY, 1960, 1963 ; GEORGE et DAVIDSON, 1963).

Les travaux de GILMER et WAY (1960) ont montré chez l'espèce Cerisier que le pollen infecté par des virus de type ILAR était susceptible de contaminer d'une part la graine mais aussi le parent femelle sain.

On peut donc admettre que le pollen est infectieux et qu'il représente une source de contamination non négligeable ; ceci a été démontré par CALLAHAN (1957) dans le cas de la Mosaïque de l'Orme.

Dans le cadre des études concernant l'intérêt et les limites de la sélection sanitaire appliquée aux arbres fruitiers, la Station de Recherches d'Arboriculture fruitière de Bordeaux a entrepris depuis 1964 diverses recherches afin de préciser les modalités de dissémination des virus fréquents chez les arbres fruitiers à noyau et ultérieurement de déterminer l'incidence des recontaminations observées.

Au cours de ces travaux, il est apparu que le taux de transmission des virus ILAR par la semence restait relativement faible (10 p. 100 environ) chez *P. persica*, espèce autogame. Parmi les facteurs susceptibles de limiter la transmission par la graine, l'influence des virus sur le pollen a été plus particulièrement étudiée. Le compte rendu de ces études et de leurs résultats font l'objet de la présente note.

A la suite de nos travaux préliminaires (MARENAUD et DESVIGNES, 1965), (MARENAUD, 1965, 1967), quelques chercheurs (BASAK, 1966 ; MACOVEI, 1970; SAUNIER, 1970 ; LEMOINE, 1971 ; PEJKIC et SUTIC, 1971) ont confirmé l'action des virus sur les gamétophytes mâles.

Trois parties distinctes et complémentaires constituent ce compte rendu :

— action des virus sur les caractères morphologiques du pollen ;
— action des virus sur le pouvoir de germination *in vitro* ;
— action des virus sur le rythme d'élongation des tubes polliniques.

Il convient de préciser cependant que cette étude préliminaire et incomplète ne porte que sur l'aspect « dynamique de la transmission » par le pollen ; par ailleurs de nombreux phénomènes biologiques et biochimiques ont été mis en évidence par ces travaux et mériteraient une analyse précise.

MATÉRIEL

A. — *Matériel végétal*

Différents facteurs comme le génotype, la nutrition sont susceptibles de modifier les caractères morphologiques du pollen. Les essais ont été effectués sur des cultivars de pêchers ayant des méioses régulières, cultivées dans un même milieu et subissant les mêmes traitements concernant la nutrition, les travaux du sol, la taille, la lutte contre les parasites. Il n'a pas toujours été possible de poursuivre les essais durant plusieurs années avec le même matériel végétal, les témoins ayant dans certains cas été reconnus infectés.

Dans le tableau 1 sont présentés les divers cultivars étudiés.

B. — *Matériel infectieux*

Deux caractères ont présidé au choix des sources virales, d'une part leur aptitude à se transmettre par le pollen, d'autre part leur fréquence observée en verger. Les premiers essais (1964 à 1966) ont été réalisés à partir du matériel infecté (3 inoculums par plant) en août 1962. La seconde partie des travaux portait sur deux cultivars et après leur « régénération » par thermothérapie.

Dans le tableau 2 sont rassemblés les caractéristiques du matériel infectieux utilisé.

TABLEAU I

Caractéristiques des cultivars étudiés

Années d'observation	Espèce et variété	Numéro de clone ou de la lignée
1964-1965-1966	*P. persica*	GF 305
1966	*P. persica* cv. « Loring »	S. 2062
1966	*P. persica* cv. « Dixired »	S. 1057
1966	*P. persica* cv. « Nectarose »	S. 1813
1966	*P. persica* cv. « Fairhaven »	S. 1380
1969	*P. persica* cv. « Springtime »	S. 2022
1969	*P. persica* cv. « Springtime »	S. 3051 (clone S. 2022 régénéré par thermothérapie)
1969	*P. persica* cv. « Robin »	S. 1174 S. 3115 (clone S. 1174 régénéré par thermothérapie)

TABLEAU 2

Caractéristiques du matériel infectieux

Origine des souches virales	Caractéristiques	Incidence sur la croissance du pêcher « GF 305 »
V. 566	Necrotic Ring Spot* (single strain) souche récurrente	— 40
« Court Noué » sur Pêcher de la vallée de l'Eyrieux	Necrotic Ring Spot* + Prune Dwarf* + Strawberry Latent Ring Spot** + Chlorotic Leaf Spot	— 50
S. 2022	Necrotic Ring Spot* + Prune Dwarf* souche non « récurrente »	— 20
S. 1174	Necrotic Ring Spot* + Prune Dwarf* souche non « récurrente »	— 20

* : virus du type ILAR, « Isometric Labile Ring Spot », transmissible par pollen.
** : virus du type NEPO, Polyédrique, transmissible par nématodes.

MÉTHODES

A. — *Coloration*

Trois colorants ont été utilisés pour dénombrer les grains de pollen, les normaux et les anormaux, ce sont :

— la fuschine acide,
— le bleu aniline,
— le chlorure de triphényl 2.3.5. tétrazole,

Ces trois colorants ont donné des résultats comparables.

B. — *Germination*

Les tests de germination ont été effectués dans trois milieux différents :

Milieu classique	Milieu de Brewbaker et Kwack	Milieu avec acide gibbérellique
eau distillée 89 p. 100 gélose 1 p. 100 saccharose 10 p. 100	eau distillée 89 p. 100 saccharose 10 p. 100 gélose 1 p. 100 acide borique 100 mg/l nitrate de calcium 300 mg/l sulfate de magnésium 200 mg/l nitrate de potassium 100 mg/l	eau distillée 89 p. 100 gélose 1 p. 100 saccharose 10 p. 100 acide gibbérellique 10 p. 100 30 mg/l

C. — *Échantillonnage et conservation*

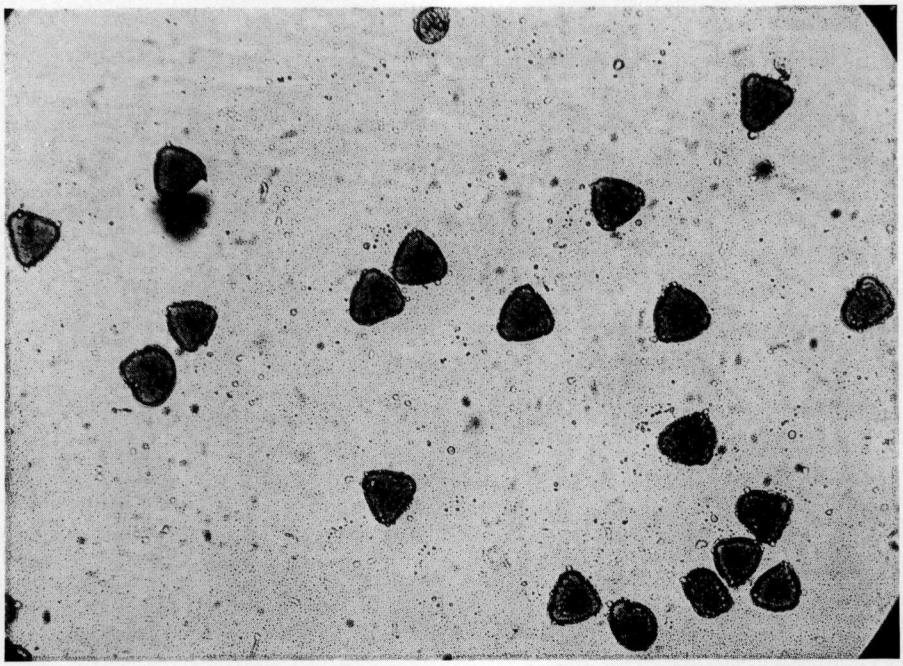
Avant le stade phénologique F_2, deux à trois cent fleurs, prélevées au hasard à la base des rameaux mixtes et des chiffonnes ont été récoltées. Les anthères non déhiscentes ont été placées en capsules et celles-ci mises dans un exsicateur à chlorure de calcium pendant 24 heures. Les anthères deviennent rapidement déhiscentes et le pollen ainsi obtenu constitue une population homogène. Les prélèvements sont de l'ordre de 1 000 à 1 500 grains de pollen.

RÉSULTATS

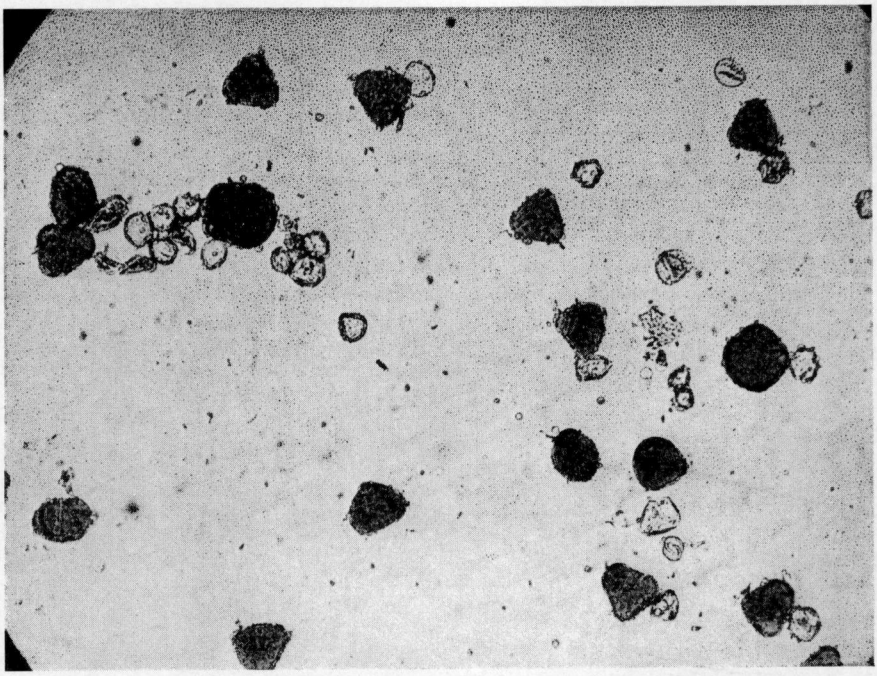
1. — *Action des virus sur les caractères morphologiques de pollen*

Un des premiers but de notre étude était de mettre en évidence l'influence des viroses du type ILAR sur la morphologie des gamétophytes mâles. Le dénombrement des grains de pollen normaux et anormaux devait fournir les informations nécessaires. Il est relativement facile : seuls sont colorés les gamétophytes viables.

Dans le tableau 3 sont rassemblés les premiers comptages effectués en 1964 sur le pollen de pêcher, cultivar « GF 305 » sain et contaminé par le virus du Necrotic Ring Spot (souche pure V. 566).



A



B

FIG. 1. — *Action des virus sur les caractères morphologiques du pollen de Pêcher*

A : Grain de pollen « GF 305 » témoin
B : Grain de pollen « GF 305 » contaminé par le « Court Noué » du Pêcher

(Cliché P. LEGRUX)

L'examen du tableau 3 révèle des différences manifestement significatives entre le pourcentage de grains normaux des pêchers sains et atteints de Necrotic Ring Spot. Il semble donc que la contamination d'un pêcher « GF 305 » par un virus de type ILAR réduise très sensiblement la proportion de grains de pollen normaux.

TABLEAU 3

Résultats des dénombrements des grains normaux et anormaux obtenus en 1964
(1 500 à 2 000 grains de pollen observés pour chaque traitement)

Traitement	Date de prélèvement (stade phénologique F_2)	Pourcentage de grains normaux
Témoin	25-2-64	89,3
Necrotic Ring Spot	27-2-64	43,2

Cependant, il est nécessaire d'étudier trois sources de variation pouvant agir sur ce phénomène :

a) influence de l'année,
b) influence du génotype,
c) influence de l'inoculum.

a) *Influence de l'année.*

L'action des virus sur les caractères morphologiques du pollen (grains normaux-anormaux) a été étudiée durant trois années consécutives (1964, 1965, 1966) sur les mêmes pêchers « GF 305 ». Les résultats des comptages effectués sont rassemblés dans le tableau 4.

TABLEAU 4

Influence de l'année sur l'action des virus de type ILAR sur les caractères morphologiques du pollen de pêcher GF 305

L'interprétation du tableau 4 est réalisée par le test 2 I

- à l'intérieur d'une même ligne, les lettres différentes indiquent des différences significatives à 0,01 ;
- à l'intérieur d'une même colonne, un astérisque indique une différence significative à 0,05, deux astérisques à 0,01 (2 000 à 4 000 grains de pollen observés pour chaque traitement).

Traitements	Années d'observations		
	1964	1965	1966
	Pourcentage de grains normaux	Pourcentage de grains normaux	Pourcentage de grains normaux
Témoin	$89,3^{a}$	$89,0^{a}$	$96,8^{a}$
Necrotic Ring Spot souche V. 566	$43,2^{a**}$	$68,0^{b*}$	$72,6^{b*}$
« Court Noué » du Pêcher (NRSV + PDV + SLRV + CLSV)	$67,0^{a**}$	$36,0^{b**}$	$61,5^{a**}$

L'examen du tableau 4 montre qu'il n'y a, pour le témoin sain, aucune influence de l'année sur le pourcentage de grains normaux.

Par contre on observe une variation annuelle importante chez les plants malades mais dans tous les cas la présence de virus de type ILAR entraîne une réduction significative du nombre de grains de pollen normaux.

b) *Influence du cultivar.*

Dans le tableau 5 sont groupés les résultats des dénombrements effectués en 1966 sur cinq cultivars de Pêcher présentant des caractères variétaux différents : « Dixired », « Fairhaven », « Nectarose », « Loring » et « GF 305 », inoculés par deux inoculums : NRSV souche V. 566 et « Court Noué du Pêcher ».

TABLEAU 5

Action des virus de type ILAR sur les caractères morphologiques de pollen

(5 cultivars de Pêcher : 2 000 à 4 000 grains de pollen observés pour chaque traitement)

L'interprétation est effectuée grâce au test 2 I à l'intérieur d'une même colonne un astérisque indique une différence significative à 0,05, deux à 0,01.

	Cultivars observées				
Traitements	Pourcentage de grains normaux « Dixired » S. 1057	Pourcentage de grains normaux « Fairhaven » S. 1380	Pourcentage de grains normaux « Nectarose » S. 1813	Pourcentage de grains normaux « Loring » S. 2062	Pourcentage de grains normaux « Pêcher » GF 305
Témoin	95,2	89,5	93,4	91,6	96,8
NRSV souche V. 566	86,4*	80,1*	85,3*	84,0*	72,6*
« Court Noué » du Pêcher (NRSV + PDV + SLRV + CLSV)	78,3**	77,6**	72,9**	83,7*	61,5*

L'examen du tableau 5 indique que les différences observées entre les cultivars à méiose régulière sont faibles. On peut donc dire que l'action des deux viroses de type ILAR sur la morphologie des cinq cultivars de Pêcher étudiés est relativement homogène : ceux-ci réagissent de la même manière vis-à-vis d'une infection virale de même origine.

c) *Influence de la source infectieuse.*

L'influence de diverses sources infectieuses comprenant chacune un virus de type ILAR a été comparée. Les résultats exprimés en pourcentage des grains de pollen normaux par rapport au témoin sont rassemblés dans le tableau 6.

L'examen du tableau 6 montre que les quatre sources infectieuses étudiées réduisent très significativement le taux de grains de pollen normaux.

TABLEAU 6

Influence de la source infectieuse sur les caractères morphologiques du pollen

A l'intérieur d'une même ligne, deux astérisques indiquent une différence significative à 0,01

Dénombrement grains normaux				
Traitements				
Témoin	Necrotic Ring Spot souche V. 566	« Court Noué » du Pêcher (NRSV + PDV + SLRV + CLSV)	S. 1174 (NRSV + PDV)	S. 2022 (NRSV + PDV)
100 (fig. 1 A)	72,9**	71,9** (fig. 1 B)	64**	70,7**

On peut donc conclure que certains virus de type ILAR ou des complexes renfermant un virus de ce type diminuent d'une manière hautement significative le nombre de grains de pollen morphologiquement normaux. Ce phénomène est variable selon les années et certaines sources infectieuses étudiées mais semble être de même intensité sur des génotypes différents.

2. — *Action des virus sur la germination du pollen*

Il était difficile de préciser l'action des virus sur la germination du pollen *in vivo*, aussi les études ont été réalisées *in vitro*.

Le dénombrement des gamétophytes mâles germés et non germés porte sur 1 000 à 1 500 grains de pollen normaux. Sont comptés comme non germés, les grains ayant un tube pollinique très court, inférieur à la dimension du grain (40 à 50 μ). Seuls les grains considérés comme morphologiquement normaux font l'objet de comptages. Les résultats sont exprimés en :

$$\frac{\text{grains germés} \times 100}{\text{grains normaux totaux}}$$

Le tableau 7 rassemble les résultats des comptages effectués en 1965 et 1970 sur trois cultivars de Pêcher dans le milieu de germination classique.

Le tableau 7 met en évidence la différence de taux de germination du pollen des clones sains et contaminés par des virus de type ILAR. Des différences d'ordre variétal existent également, mais il est bien connu que le pollen de certains cultivars de *P. persica*, malgré une méiose régulière, a un pouvoir germinatif faible ; de toute manière, l'incidence de l'infection virale reste comparable.

Cette réduction du taux de germination des grains de pollen morphologiquement normaux des plantes infectées pouvait avoir plusieurs causes. Deux facteurs, trophique et auxinique, ont fait l'objet de quelques essais simples, consistant en l'adjonction d'éléments majeurs et d'oligo-éléments dans le milieu de culture pour les facteurs trophiques et d'acide gibbérellique pour le facteur auxinique.

TABLEAU 7

Influence des virus de type ILAR sur la germination du pollen in vitro
Deux astérisques indiquent une signification à 0,01

Années d'observation	Génotype	Traitements	P. 100 de germination pour 100 grains morphologiquement normaux	Signification
1965	*P. persica* lignée « GF 305 »	Témoin	60,4	
1965	*P. persica* lignée « GF 305 »	NRSV souche V. 566	17,7	**
1965	*P. persica* lignée « GF 305 »	« Court Noué » du Pêcher (NRSV + PDV + SLRV + CLSV)	7,4	**
1969	*P. persica* cultivar « Springtime » clone S. 3051	Témoin	51,2	
1969	*P. persica* cultivar « Springtime » clone S. 2022	NRSV + PDV	32,6	**
1969	*P. persica* cultivar « Robin » clone S. 3115	Témoin	32,9	
1969	*P. persica* cultivar « Robin » clone S. 1174	NRSV + PDV	7,9	**

Le pollen issu de deux cultivars, sains et infectés, a été mis à germer sur le milieu de culture classique et celui de BREWBAKER et KWACK.

Le tableau 8 consigne les résultats obtenus.

TABLEAU 8

Influence du milieu de culture sur la germination de pollen de deux cultivars de pêcher sains et infectés par des virus du type ILAR

Années d'observation	Génotype	Traitements	Milieu de culture Brewbaker et Kwack	Milieu de culture témoin
			P. 100 de germination pour 100 grains normaux	P. 100 de germination pour 100 grains normaux
1966	« Loring » cultivar S. 2062	Témoin	49,6	51,0
		NRSV souche V. 566	25,8	20,9
		« Court Noué » du Pêcher (NRSV + PDV + SLRV + CLSV)	24,3	21,9
1966	« Nectarose » cultivar S. 1813	Témoin	42,1	49,8
		NRSV souche V. 566	17,5	25,3
		« Court Noué » du Pêcher (NRSV + PDV + SLRV + CLSV)	2,7	4,7

L'examen du tableau 8 montre que :

— les deux viroses étudiées réduisent le taux de germination du pollen des deux cultivars ;

— l'incorporation d'éléments majeurs et d'oligo-éléments dans le milieu de germination ne modifie pas significativement le taux de germination des grains de pollen issus d'arbres sains ou contaminés.

Depuis les travaux de HULL et KLOS (1962) on sait que des pulvérisations d'acide gibbérellique (AG) augmentent le rythme de croissance des cerisiers atteints de Necrotic Ring Spot et de Prune Dwarf ; par ailleurs, LABOUREUR a montré que l'adjonction d'AG au milieu de culture permet la germination du pollen de tulipe, alors que celui-ci ne germe pas dans les conditions ordinaires. Ce même auteur a déterminé la concentration de saccharose (10 p. 100) qui correspond à l'activité optimale de l'acide gibbérellique : l'activité de l'acide gibbérellique augmente avec le pouvoir osmotique du milieu entre 3 et 10 p. 100 de saccharose puis diminue au-delà de 15 p. 100.

Les résultats obtenus avec adjonction d'acide gibbérellique à 30 mg/l au milieu de germination sont consignés dans le tableau 9.

L'examen du tableau 9 montre que l'adjonction d'acide gibbérellique au milieu de culture est sans influence sur les témoins, améliore légèrement la germination de pollen infecté par le Necrotic Ring Spot, augmente très sensiblement le taux de

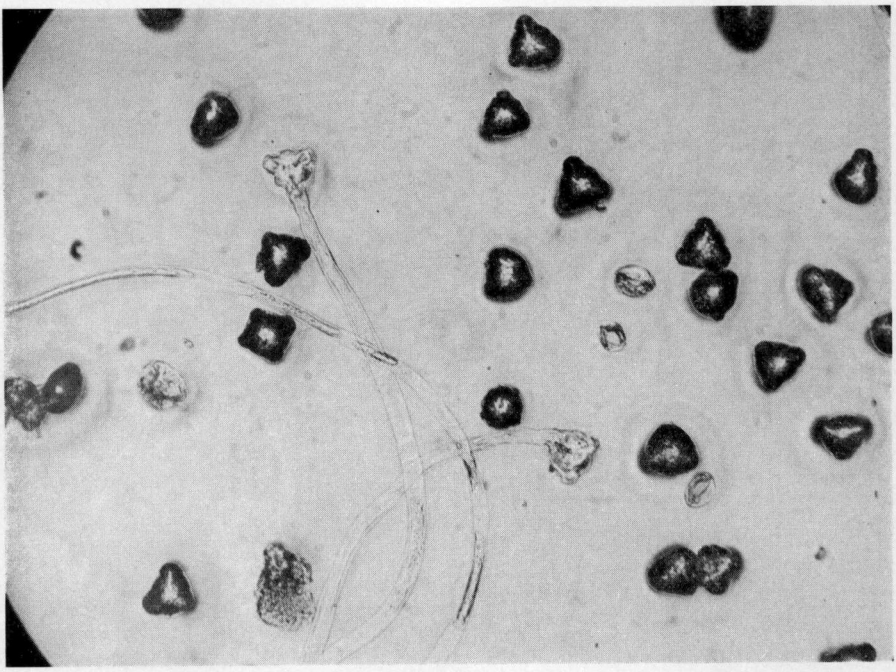
TABLEAU 9

Influence de l'acide gibbérellique sur la germination du pollen

Deux astérisques indiquent une signification à 0,01 pour un même traitement en milieux de culture différents

Génotype	Traitement	Milieux de culture	
		Gélose + saccharose + acide gibbérellique (30 mg par litre)	Gélose + saccharose
		P. 100 de germination pour 100 grains normaux	P. 100 de germination pour 100 grains normaux
« Loring » cultivar S. 2062	Témoin	25,7	30,6
	NRSV souche V. 566	16,5**	8,8
	NRSV + PDV + SLRV + CLSV (fig. 2) « Court Noué » du Pêcher (fig. 2)	23,7**	9,2
« Nectarose » cultivar S. 1813	Témoin	16,6	16,9
	NRSV souche V. 566	9,8	8,2
	NRSV + PDV + SLRV + CLSV « Court Noué » du Pêcher	12,5**	2,0

A

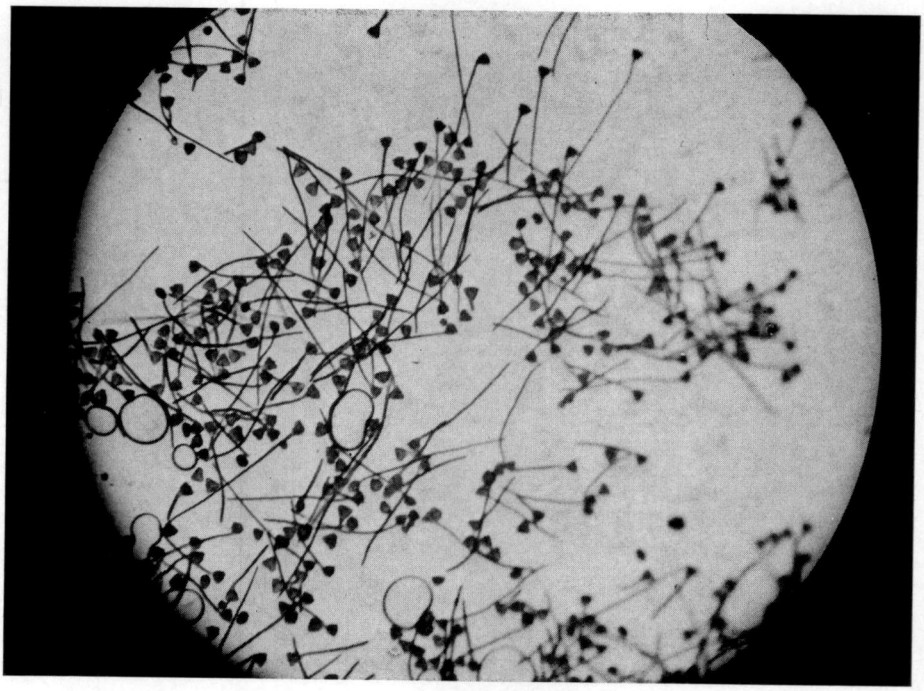


B

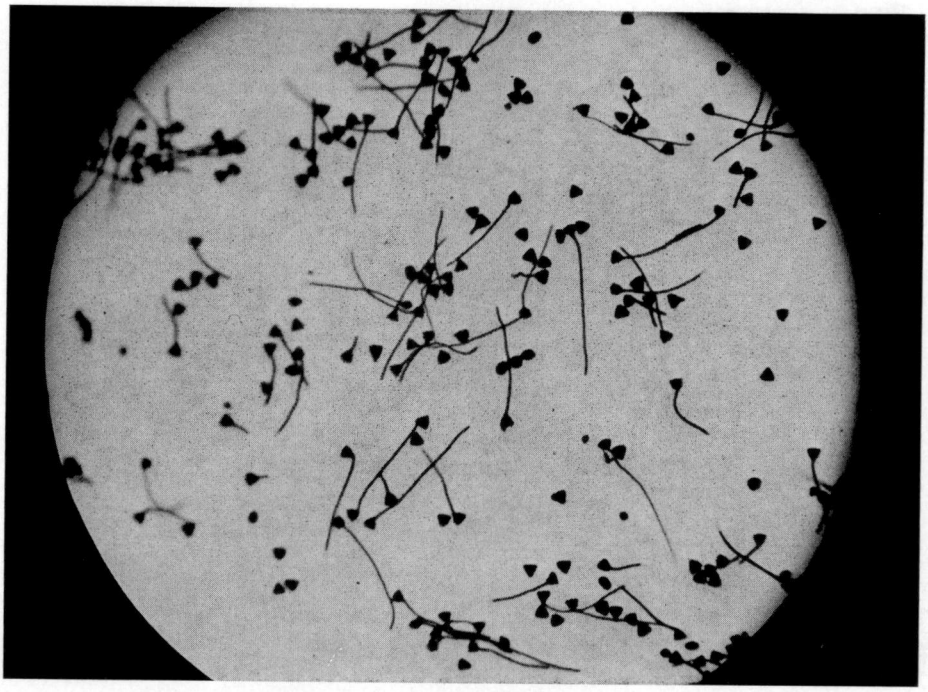
FIG. 2. — *Action de l'acide gibberellique sur la germination de pollen de Pêcher infecté par le « Court Noué »*

A : S. 2062 + « Court Noué » + acide gibbérellique 30 p.p.m.
B : S. 2062 + « Court Noué »

(Cliché P. LEGRUX)



A



B

FIG. 3. — *Action des virus sur l'élongation des tubes polliniques*

A : S. 3051 clone sain
B : S. 2022 clone virosé

(Cliché P. LEGRUX)

germination du pollen atteint par le « Court Noué ». Plusieurs répétitions du même essai ont donné des résultats similaires. Il est intéressant de signaler que le « Court Noué » provoque chez le Pêcher un tassement considérable des entre-nœuds, ce qui se traduit par un nanisme généralisé. Or l'acide gibbérellique est un des facteurs de croissance les plus actifs de l'élongation des tiges.

Des essais complémentaires visant à étudier l'action d'autres substances de croissance par adjonction au milieu de germination ont été réalisés. Les différentes doses d'acide indolylacétique, β-indolylbutyrique et α-naphtalène acétique utilisées n'ont apporté aucune modification du taux de germination du pollen.

La présence de virus du type ILAR chez l'espèce Pêcher entraîne une diminution du taux de germination des grains de pollen morphologiquement normaux et l'adjonction au milieu de culture d'acide gibbérellique augmente sensiblement le pourcentage de germination du pollen issu d'arbre infecté par « Court Noué ».

3. — *Action des virus sur le rythme d'élongation des tubes polliniques*

Chez le Pêcher, au cours de la fécondation, il y a une compétition entre les gamétophytes mâles, déposés sur le stigmate : il était donc intéressant de vérifier si le rythme d'élongation des tubes polliniques du pollen issu d'arbres malades était comparable à celui du témoin. Le tableau 10 rassemble les résultats obtenus sur le milieu classique.

TABLEAU 10

Influence des virus sur le rythme d'élongation des tubes polliniques

Génotype	Traitement	Longueur moyenne des tubes polliniques	
		Après 2 heures de germination à 25°C	Après 4 heures de germination à 25°C
« Springtime » cultivar S. 3051	Témoin	236 μ	982 μ
« Springtime » cultivar S. 2022	NRSV + PDV	188 μ**	637 μ**
« Robin » cultivar S. 3115	Témoin	229 μ	1 452 μ
« Robin » cultivar S. 1174	NRSV + PDV	149 μ**	1 236 μ**

A la lecture du tableau 10, il apparaît que le rythme de croissance des tubes polliniques du pollen du clone de pêcher sain est supérieur à celui du pollen de pêcher infecté.

DISCUSSION

A notre connaissance, aucune recherche n'a été effectuée pour mettre en évidence la localisation de virus dans le gamétophyte mâle de plants fruitiers ; l'obtention de protoplastes de pollen infectés pourrait faciliter l'observation des virions en microscopie électronique.

Il serait également intéressant de suivre la migration du virus en cours de la fécondation. On peut d'ailleurs envisager d'autres modes de cheminement des particules infectieuses, il n'est pas évident que le stigmate soit le seul « support » possible du pollen infecté ; TRAYLOR *et al.* ont réussi à contaminer des plants fruitiers par insertion de pollen sous l'écorce ou par pulvérisation de pollen sur les glandes foliaires. Les essais de même type réalisés sur l'espèce Pêcher ne nous ont pas donné de résultats positifs.

La transmission des virus de type ILAR par le pollen dépend de nombreux facteurs dont l'étude n'a fait l'objet que de travaux partiels, parmi ces facteurs il convient de citer :

Le génotype du cultivar

Il est évident que chez les plantes allogames la dissémination de l'infection virale par le pollen risque d'être plus importante que chez les plantes autogames. Mais il est important de savoir qu'il existe d'autres aspects de la question. On constate en effet des différences notables entre les cultivars, certains se révélant plus sensibles à l'infection (POSNETTE, 1965 ; DESVIGNES, 1973), des particularités morphologiques ou physiologiques pouvant être responsables de cette « résistance à l'infection ».

Le génotype du virus

Les virus de type ILAR des arbres fruitiers à noyau ont été différenciés en plusieurs types selon des critères d'ordre biologique, biophysique et sérologique. Les connaissances concernant leur différente aptitude à se transmettre par le pollen sont relativement réduites ; il n'est pas évident que les informations obtenues avec les types de virus ILAR étudiés dans cette note soient responsables pour les virus ILAR et toutes les souches de ces virus.

L'environnement

L'influence des facteurs climatiques, de l'âge, du développement et du mode de conduite des arbres, des insectes peut également jouer un rôle important dans la dissémination des affections virales par le pollen.

CONCLUSION

L'influence des virus du type ILAR sur le pollen de l'espèce Pêcher est triple : ils réduisent le nombre de grains de pollen morphologiquement normaux, ils diminuent le taux de germination des gamétophytes mâles d'apparence normale, et ils ralentissent la vitesse d'élongation des tubes polliniques.

Au niveau de la dynamique de la dissémination des virus ILAR, par le pollen et par la semence, cette triple action entraîne probablement une limitation de l'extension de ces viroses.

Reçu pour publication en mars 1974.

SUMMARY

ACTION OF ILAR TYPE VIRUSES ON THE POLLEN OF *PRUNUS PERSICA*

The tests carried out over a six-year period (1965-1971) on several cultivars of *P. persica* permitted the effect of ILAR type viruses (Isometric Labile Ring Spot) to be shown ; the latter are transmitted by pollen on the male gametophytes of infected trees.

The changes brought about by the presence of these viruses on the pollen of infected peach-trees were shown by observation of the morphological characteristics of the male gametophytes under the light microscope and also by the study of their *in vitro*-germination. These changes consist of :

— a more or less considerable reduction in the number of normal pollen grains,

— a decrease in the rate of *in vitro* germination of the pollen grains looking morphologically normal,

— a slowing down of the elongation of pollen tubes of the pollen grains germinated *in vitro*.

The addition of gibberellic acid to the culture medium appreciably increases the germination rate of pollen grains from infected peach-trees.

These three facts could explain, at least partially, the relatively low rate of re-infection of the peach-trees by ILAR viruses ; one can think, indeed, that the triple action of these viruses on the peach-tree pollen constitutes a factor that limits their natural diffusion in the orchard.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BASAK W., 1966. Influence of Prunus Necrotic Ring Spot Virus on pollen of sour cherry. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, **14**, nº 11-12, 797-800.

BREWBAKER J. L., KWACK B. H., 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.*, **50**, 858-865.

CALLAHAN K., 1957. *Prunus host range and pollen transmission of elm Mosaic virus.* Thèse Université de Wisconsin.

DESVIGNES J. C., 1973. (Communications orales).

GEORGE J. A., DAVIDSON T. R., 1963. Pollen transmission of Necrotic Ring Spot and Sour Cherry Yellows from tree to tree. *Canad. J. Plant Sci.*, **43**, 276-288.

GILMER R. M., WAY R. D., 1960. Pollen transmission of Necrotic Ring Spot and Prune Dwarf viruses in sour cherries. *Phytopathology*, **50**, 624-625.

GILMER R. M., WAY R. D., 1963. Evidence from tree to tree transmission of Sour Cherry Yellows virus by pollen. *Plant. Dis. Rept.*, **47**, 1051-1053.

HULL J., KLOS E., 1962. Effect of gibberelline on virus infected Montmorency cherry trees. *Proc. fifth European Symp. fruit tree virus diseases. Phytopath. Mediter. A. S.*

LABOUREUR P., 1960. Interactions de l'acide gibbérellique et l'acide indolacétique dans la germination du pollen de Tulipe. *C. R. Acad. Sci.*, **250**, 9, 1715-1717.

LEMOINE J., 1971. Anomalies des styles, des anthères et des grains de pollen induites par diveses souches de virus du Poirier. *8e Symp. europ. sur les maladies à virus des arbres fruitiers*, Bordeaux *Ann. Phytopathol.*, Hors série, 305-311.

MACOVEI A., 1970. Date privind influenta virusulin Plum pox asupra morfologerli si germinatiei polemilin de prun. *Stud. cerc. Biol. et Bot.*, 1970, **22** (4), 325-328.

MARENAUD C., 1965. Effets de virus sur la germination des grains de pollen de *Prunus persica* lignée GF 305. *C. R. Acad. Agric.*, **51**, 881-888.

MARENAUD C., 1967. *Contribution à l'étude du pollen des arbres fruitiers atteints de maladie à virus.* D. E. S. Université de Bordeaux.

MARENAUD C., DESVIGNES J. C., 1965 *a*. Incidence de quelques viroses d'arbres fruitiers à noyau sur la qualité du pollen des pêchers inoculés. *Zastita bilja, br.*, 85-88, Beograd.

MARENAUD C., DESVIGNES J. C., 1965 *b*. Effets de divers virus sur le pollen de *Prunus persica* GF 305. *C. R. Acad. Agric.*, **51**, 782-790.

PEJKIC B., SUTIC D., 1971. Morphologie et germination du pollen du Prunier atteint par le virus de la Sharka. 8e *Symp. europ. sur les maladies à virus des arbres fruitiers*, Bordeaux. *Ann. Phytopathol.*, hors série, 235-244.

POSNETTE A., 1965. (Communications orales).

SAUNIER R., 1970. Modification du comportement de deux cultivars de pêchers par élimination d'une virose du type Ring Spot. *Mémoire d'ingénieur D. P.*

TRAYLOR R., WILLIAMS A., WAGNON K., 1963. The infection nature of pollen from certain virus infected stone fruit trees. *Phytopathology*, **53**, abstract 1144.

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 185-191.

ÉTUDE DE LA TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE DE L'OIGNON, *ALLIUM CEPA* L.

II. — HÉRÉDITÉ DE LA TENEUR EN MATIÈRE SÈCHE DU BULBE

B. SCHWEISGUTH
avec la collaboration technique de B. BRUANT

Station de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, I. N. R. A.,
78000 Versailles

RÉSUMÉ

Nous avons comparé la teneur en matière sèche des bulbes d'hybrides F_1 entre lignées consanguines, à celle de leurs parents. Les hybrides ont en général une teneur supérieure à celle du parent moyen correspondant. Il existe une aptitude spécifique à la combinaison pour ce caractère.

Nous n'avons par ailleurs trouvé qu'une faible corrélation phénotypique négative entre la teneur en matière sèche des hybrides et leur productivité en bulbes.

INTRODUCTION

Dans une première partie (SCHWEISGUTH, 1973) nous avons indiqué l'intérêt d'une étude de la teneur en matière sèche chez l'Oignon. Il s'agissait alors de décrire l'évolution de cette teneur dans le bulbe et dans le feuillage au cours du développement de la plante.

Dans cette deuxième partie de notre étude, nous avons simplement comparé des hybrides F_1 à leurs parents. Nous avons aussi voulu savoir s'il y avait une corrélation phénotypique entre la teneur en matière sèche des hybrides et leur productivité en bulbes frais.

Quelques auteurs ont étudié l'hérédité de la teneur en matière sèche soluble du bulbe. OWENS (1951) a comparé des hybrides F_1 à leurs parents et leurs descendances F_2. Il conclut de son étude qu'il s'agit d'un caractère polygénique et que les hybrides F_1 ont une teneur intermédiaire entre celle des parents. McCOLLUM (1968) a étudié dans le cultivar « White Sweet Spanish », l'héritabilité et les corrélations génétiques

pour la teneur en matière sèche soluble, la forme et le poids du bulbe. Il montre que le premier caractère a une bonne héritabilité (0,79-0,82). Il remarque aussi qu'il y a une corrélation génétique négative entre la teneur en matière sèche soluble et le poids des bulbes ($r_A = -0{,}88$).

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé des hybrides expérimentaux entre lignées consanguines, comme nous l'avons indiqué dans la première partie.

Les mesures ont été faites trois années de suite avec des hybrides différents et leurs parents : 8 en 1971, 11 en 1972 et 12 en 1973.

La généalogie des lignées apparaît dans le tableau 1, les lettres indiquent leurs origines variétales :

A : « Mulhouse » : type Auxonne
Br : « Rosé de Bretagne »
Lim : « Jaune de Limoges »
Pilot : Hybride F_1 « Pilot »
RBG : « Rosé de Bonnegarde »
Rff : « Rosé de Roscoff »
R_6 : « Strigunowskij »
S : « Mulhouse » : type Sélestat
SR : « Stuttgarter Riesen »
Up : « Up-to-date »
V : « Jaune paille des Vertus »
Wo : « Wolska »
Z : « Zittau »

Ce matériel représente un large échantillon des lignées produites à Versailles. La sélection n'a pas porté sur le caractère étudié ici.

En 1973 trois hybrides avaient comme parent femelle un hybride F_1 mâle-stérile (822) entre deux lignées de la variété « Strigunowskij » (R_6-2-2-4 × R_6-2-5-6).

Les lignées parentes et les hybrides ont été semés ensemble dans un même champ : le 13 mars en 1971, le 17 mars en 1972 et le 12 mars en 1973. La récolte des différents lots a été faite au fur et à mesure de leur maturité, de la mi-août à la mi-septembre.

Les hybrides faisaient partie d'essais avec répétitions. Les lignées ont été cultivées sans répétition. Elles étaient représentées soit par un reste de semences des lignées utilisées comme parents des hybrides, soit par une multiplication en panmixie (indiquée par la lettre *m*) des plantes effectivement utilisées comme parents des hybrides.

Pour étudier la corrélation entre la teneur en matière sèche des hybrides et leur productivité en bulbes, nous avons utilisé les valeurs moyennes d'essais. Des hybrides qui n'avaient pu être inclus dans la comparaison avec les lignées, ont été utilisés pour ces calculs en plus des premiers.

Comme dans la première partie, nous avons évalué les taux de matière sèche après dessication à l'étuve à 85°C, pendant 72 heures, sur des échantillons de 15 à 20 bulbes par lot. Le prélèvement des échantillons a été fait dans les trois mois suivant la récolte.

II. — RÉSULTATS

1. — *Comparaisons des hybrides F_1 avec leurs parents*

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 1. Nous y avons porté la teneur en matière sèche de chaque lignée, du parent moyen et de chaque hybride, et la différence entre la teneur de l'hybride et celle du parent moyen correspondant.

D'après notre expérience on peut estimer que chaque valeur du taux de matière sèche a un écart-type de 0,2 à 0,3 (voir première partie).

A la lecture du tableau on remarque qu'un grand nombre d'hybrides (6 sur 8 en

TABLEAU I

Teneur en matière sèche des bulbes des lignées femelles et mâles et de leurs hybrides

Parent femelle		Parent mâle		Taux des parents moyens	Hybride		Différence hybride-parent moyen
N° de lignée	Taux de MS	N° de lignée	Taux de MS		N°	Taux de MS	
1971							
Lim 7-1-1 (BC_1)	14,36	A 94-2-1	13,38	13,87	402	17,04	3,17
—	—	Z 51-2-1	9,56	11,96	405	12,46	0,50
—	—	S 93-4-6	12,97	13,66	412	14,31	0,65
R_6-2-2-4 (BC_2)	15,73	A 119-5-3	14,65	15,19	803	16,63	1,44
—	—	RBG 85-2-3	13,52	14,62	823	15,98	1,36
—	—	Z-2-5-2-1	9,67	12,70	8	14,71	2,01
R_6-2-5-6 (BC_2)	16,36	A 119-5-3	14,65	15,50	903	16,58	1,08
—	—	Z 137-2-1	11,54	13,95	907	16,29	2,34
Moyennes	15,37		12,49	13,93		15,50	1,57
1972							
SR 2-1-5-1 (BC_1)	12,57	A 119-5-3-*m*	13,90	13,23	1103	15,83	2,60
—	—	Rff 17-2-4-*m*	11,30	11,93	1125	12,60	0,67
—	—	Pilot 4-4-2-*m*	10,85	11,71	1127	13,50	1,79
SR 144-4-2 (BC_2)	14,97	V 193-5-5-*m*	13,80	14,38	1244	15,70	1,32
SR 172-3-3 (BC_1)	13,57	Rff 17-2-4-*m*	11,30	12,43	1325	13,20	0,77
—	—	Pilot 4-4-2-*m*	10,85	12,21	1327	12,90	0,69
R_6-4-3-1-1 (BC_3)	12,90	Lim 9-1-2-*m*	13,10	13,00	1432	13,50	0,50
Wo 1-4-2 (BC_1)	14,02	Rff 17-2-4-*m*	11,30	12,66	1525	13,70	1,04
—	—	SR 129-5-1-*m*	12,47	13,24	1541	14,42	1,18
Wo 1-4-3 (BC_1)	14,31	Pilot 4-4-2-*m*	10,85	12,58	1527	13,82	1,24
—	—	V 193-5-5-*m*	13,80	14,05	1544	17,30	3,25
Moyennes	13,58		12,14	12,86		14,22	1,37
1973							
Z 51-2-1-1 (BC_1)	13,00	Up 39-1-1	13,88	13,44	1661	16,50	3,06
—	—	SR 117-5-5-*m*	15,54	14,27	1651	15,00	0,73
Z 51-2-1-2 (BC_1)	13,08	Br 24-3-*m*	11,38	12,18	1620	13,30	1,12
—	—	Wo 6-4-2	13,99	13,53	1663	15,65	2,12
Z 172-4-5 (BC_1)	13,19	Rff 35-2-3	9,84	11,51	1760	13,40	1,89
—	—	SR 273-2-2	12,88	13,03	1767	14,50	1,47
—	—	SR 272-4-3	14,38	13,78	1766	15,89	2,11
—	—	SR 251-4-3	13,77	13,48	1742	15,19	1,71
—	—	SR 109-3-3-1-*m*	14,31	13,75	1715	15,95	2,20
822 (R_6F_1)	15,63	Z 51-2-1-*m*	11,65	13,64	822-05	15,50	1,86
—	—	SR 2-1-5-*m*	12,14	13,88	822-38	17,60	3,72
—	—	R_6-4-3-5-*m*	13,82	14,72	822-35	15,50	0,78
Moyennes	13,75		13,12	13,43		15,33	1,90

1971, 8 sur 11, en 1972, 11 sur 12 en 1973) sont certainement plus riches en matière sèche que leurs parents moyens correspondants. Les différences moyennes de chaque année sont significativement supérieures à zéro (tabl. 2).

TABLEAU 2

Différence de teneur en matière sèche entre les lignées et leurs hybrides

	Différence moyenne Hybride-parent moyen	Valeur de t	Nombre de d° l	Probabilité de t
1971	1,57	3,20	14	$0{,}01 > P > 0{,}001$
1972	1,37	2,69	20	$0{,}02 > P > 0{,}01$
1973	1,90	4,42	22	$0{,}001 > P$

Les hybrides ont donc en général une teneur en matière sèche supérieure à celle de leurs parents moyens. La différence entre le taux des hybrides et celui des parents moyens est très variable d'un hybride à l'autre : elle varie de 0,5 (405) à 3,17 points (402) en 1971, de 0,5 (1432) à 3,25 points (1544) en 1972 et de 0,73 (1651) à 3,72 points (822-38) en 1973.

D'autre part quelques hybrides ont une teneur certainement supérieure à celle du parent le plus riche en matière sèche :

en 1971, les numéros 402 et 803,
en 1972, les numéros 1103, 1127 et 1544,
en 1973, les numéros 1661, 1663, 1767, 1766, 1742, 1715 et 822-38.

Il y a donc dans notre matériel végétal un effet d'hétérosis et une aptitude spécifique à la combinaison pour le caractère étudié.

2. — *Corrélation entre la teneur en matière sèche et la productivité en bulbes des hybrides*

La productivité des hybrides expérimentaux mis en essai varie beaucoup en fonction de la précocité de « tombaison » (50 p. 100 des feuillages couchés au sol). Pour en tenir compte nous avons calculé les corrélations et les corrélations partielles entre les trois caractères suivants :

1° le taux de matière sèche ;
2° la précocité, en nombre de jours à partir de la date de « tombaison » d'un témoin ;
3° la productivité, exprimée en pour-cent du témoin.

Les résultats des trois années d'expérimentation sont réunis dans le tableau 3.

La corrélation négative entre la précocité et la productivité (r_{23} et $r_{23.1}$) est bien confirmée.

Les corrélations qui nous intéressent, entre le taux de matière sèche et la productivité (r_{13} et $r_{13.2}$), sont en général négatives mais seule la corrélation partielle calculée en 1971 est significative.

Les essais de 1971 ont atteint une production moyenne par hectare nettement plus élevée que ceux de 1972 et 1973 ; il est possible que cette supériorité ait entraîné la valeur absolue supérieure de cette corrélation. Si c'était le cas, cette donnée significative serait plus importante pour notre conclusion que les deux autres.

TABLEAU 3

Corrélations phénotypiques entre les caractères

1. taux de matière sèche,
2. précocité de « tombaison », en jours,
3. productivité, en p. 100 d'un témoin, mesurée chez des hybrides F_1

	1971		1972		1973	
	d° l	r	d° l	r	d° l	r
r_{12}	20	— 0,302 4	15	— 0,201 9	21	0,065 1
$r_{12.3}$	19	— 0,501 0*	14	— 0,185 9	20	0,002 8
r_{23}	20	— 0,379 7	15	— 0,614 2**	21	— 0,458 9*
$r_{23.1}$	19	— 0,543 0*	14	— 0,441 1	20	— 0,455 0*
r_{13}	20	— 0,347 8	15	0,091 2	21	— 0,136 5
$r_{13.2}$	19	— 0,524 5*	14	— 0,042 4	20	— 0,120 2

* S à P = 0,05
** S à P = 0,01

III. — DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous observons donc une nette supériorité des hybrides sur leurs parents pour la richesse en matière sèche des bulbes, contrairement aux résultats obtenus par Owens (1951). Ceci a d'ailleurs été déjà signalé par Geneĭdi (1970), qui trouve que les bulbes des hybrides surpassent ceux des parents quant aux teneurs en matière sèche, en sucre et en acide ascorbique. Doruchowski (1971) conclut des observations qu'il a faites sur des hybrides entre des lignées des cultivars « Wolska » et « Rawska », que leur teneur en matière sèche est intermédiaire entre celle des parents. Pourtant la lecture du tableau 4 de son article montre que deux des quatre hybrides présentés ont chacun une teneur en matière sèche supérieure à celle du parent moyen correspondant et même à celle du parent, qui, des deux, a la teneur la plus élevée. Ces derniers résultats semblent bien en accord avec notre conclusion, à savoir qu'il y a une aptitude spécifique à la combinaison pour ce caractère.

La sélection de cultivars d'oignon riches en extrait sec devra tenir compte de cette aptitude à la combinaison, et d'autant plus qu'on voudra obtenir des valeurs très élevées avoisinant ou dépassant 20 p. 100.

La corrélation phénotypique négative entre la teneur en matière sèche et la productivité en bulbes des hybrides est faible ou nulle dans nos essais. L'imprécision relative des essais de rendement peut être une des causes de cette faible corrélation.

Ces résultats confirment ceux de OWENS (1951) qui a analysé la corrélation phénotypique entre teneur en extrait sec soluble et poids des bulbes, mais ils suggèrent que cette corrélation pourrait devenir plus importante quand la productivité en bulbes augmente. MANN et HOYLE (1945) en étudiant la même corrélation trouvent des valeurs faibles dans les variétés, mais une valeur élevée ($r = -0{,}86$) entre variétés.

D'autre part nos résultats ne sont pas en contradiction avec ceux de McCOLLUM, qui avait trouvé une corrélation génétique négative importante ($r_A = -0{,}88$) entre ces caractères. En effet, le poids des bulbes est typiquement un caractère pour lequel l'effet d'hétérosis est important, c'est-à-dire pour lequel les effets non-additifs ont une part importante dans la variance génétique, — et dans notre cas il y a aussi un effet d'hétérosis sur la teneur en matière sèche —, une corrélation génétique (liaison entre les effets additifs) négative entre les deux caractères n'entraîne donc pas nécessairement une corrélation phénotypique négative. Si la sélection massale peut conduire à un gain rapide de la richesse en matière sèche, avec le risque, souligné par McCOLLUM d'une diminution du poids moyen des bulbes, la sélection d'hybrides entre lignées consanguines, qui utilise les effets additifs (obtention de lignées à haute teneur) et les effets d'hétérosis (poids des bulbes et teneur en matière sèche), doit permettre d'obtenir des cultivars de bonne productivité et à très forte teneur en matière sèche.

Reçu pour publication en mars 1974.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. POCHARD et COHAT pour les observations et suggestions qu'ils ont faites sur le manuscrit de cet article.

SUMMARY

STUDY ON THE DRY MATTER CONTENT IN ONION, *ALLIUM CEPA* L.

II. — HEREDITY OF DRY MATTER CONTENT IN THE BULB

F_1 hybrids and their inbred parents were compared for dry matter content. The hybrids have an higher dry matter content than their mid-parents. Some hybrids are even higher in dry matter, than the highest parent. There is a specific combining ability for this character in onion.

The phenotypic correlation between dry matter content and bulbs yield in the hybrids is negative but small, and generally not significant.

Breeding for F_1 hybrids should produce cultivars with an high dry matter content and a good yield.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DORUCHOWSKI R. W., 1971. Studies on combining ability of parental forms of heterotic hybrids of onion (*Allium cepa* L.) used for breeding, under Polish conditions. *Biul. Warzywniczy*, **12**, 131-146.

GENEĬDI G. S., 1970. (Some biochemical criteria of onion varieties and hybrids in relation to heterosis). *Sbornik Trudov Aspirantov i Molodykh Nauchnykh, Leningrad*, n° 16, 417-425. (in *Hortic. Abstr.* **42**, 1, 1341).

MAN L. K., HOYLE B. J., 1945. Use of the refractometer for selecting onion bulbs high in dry matter for breeding. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, **64**, 285-292.

MCCOLLUM G. D., 1968. Heritability and genetic correlation of soluble solids, bulb size and shape in White Sweet Spanish onion. *Canad. J. Genet. Cytol.*, **10**, 508-14.

OWENS E. W., 1951. *The inheritance of dry matter in onion bulbs.* M. S. Thesis. Univ. Idaho, Moscow Idaho, 35 p.

SCHWEISGUTH B., 1973. Étude de la teneur en matière sèche de l'oignon, *Allium cepa* L. I. Évolution de la teneur en matière sèche au cours du développement végétatif de la plante. *Ann. Amélior. Plantes*, **23**, 4, 357-366.

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 193-199.

QUELQUES RÉFLEXIONS CONCERNANT LES CARACTÈRES DU RENDEMENT DES BLÉS

Ch. M. BALDY

Station de Bioclimatologie,
Centre national de Recherches agronomiques, I. N. R. A.,
78000 Versailles

RÉSUMÉ

Les travaux ont porté sur 5 ans et 9 cultivars de Blé tendre, cultivés purs et en associations binaires en lignes alternées en conditions naturelles. L'évolution des phénomènes de compétition dans les peuplements purs et mixtes a été suivie au cours du développement par prélèvements échelonnés (6 à 10 selon les essais). Les facteurs du rendement en matière sèche, le nombre et les dimensions des tiges, et les composantes du rendement en grain ont été analysés statistiquement. Des analyses de photosynthèse en conditions naturelles et d'extinction du rayonnement solaire dans la végétation ont été entreprises, et le rendement photosynthétique du Blé en a été déduit.

Ces travaux ont abouti à proposer des conclusions concernant le port des plantes (tallage herbacé réduit ; feuilles petites et dressées ; dernier entrenœud assez long ; épis lâches et très fertiles...) et à envisager d'autres caractères génétiques qui pourraient améliorer la résistance aux maladies et aux accidents climatiques (utilisation de variétés-populations ; travaux de génétique du système racinaire...).

INTRODUCTION

Parmi les thèmes de recherches abordés à l'Institut national de la Recherche agronomique, l'étude des facteurs *extrinsèques* de la production des plantes intéresse particulièrement les Départements d'Agronomie et de Bioclimatologie : ceux-ci analysent les réactions des végétaux à leur environnement physique, dans un souci de complémentarité avec d'autres Départements comme l'Amélioration des Plantes, plus orientés vers l'étude des facteurs *intrinsèques*.

L'étude des échanges entre le sol, la plante et l'atmosphère conduit à s'intéresser à la structure du sol et des très basses couches de l'atmosphère, mais aussi à la constitution morphologique des peuplements végétaux (enracinement, géométrie des parties aériennes, disposition des surfaces d'échanges...). Ainsi, les relations existant

entre le développement des plantes de Blé en peuplements et l'énergie lumineuse incidente, ont fait l'objet d'une thèse de Docteur-Ingénieur (BALDY, 1973 *a*), dont les principaux résultats seront brièvement présentés ici.

PRÉSENTATION SOMMAIRE DES ESSAIS ET DES BUTS POURSUIVIS

Les essais ont été mis en place sur le dispositif irrigable de La Minière (HALLAIRE et FÉLIX, 1968). Ils ont porté sur 5 ans. Les deux premières années, 4 blés de type hiver (« Prieur », « Moisson », « Champlein » et « Joss ») ont été étudiés, et 5 blés de type printemps les trois années suivantes « Rex », « César », « Atys », et deux deminains d'origine *mexicaine*, N 66 et N 68. Ils ont été réalisés entre 1967 et 1972.

Les essais ont été traités en blocs au hasard (6 à 8 répétitions, selon les cas). Chaque cultivar (semé à 200 ou 250 grains par m², selon les essais) a été cultivé pur, et en association binaire en lignes alternées avec chaque autre. Les associations ont été cultivées à la même densité de semis que les cultures pures.

L'analyse des résultats a consisté d'une part à comparer les blocs *purs* et *associés* dans leur ensemble, et d'autre part à appliquer, pour l'analyse des effets différentiels dus à la compétition, la technique « *pseudodiallèle* » décrite par CHALBI (1967) : pour chaque cultivar, les effets dus à la compétition sont notés par comparaison des échantillons prélevés en cultures pure et associée, en récoltant séparément à chaque fois *deux* lignes jumelées, en culture pure comme en association, et en analysant la variation des caractères élémentaires de chaque ligne. Six à dix prélèvements échelonnés au cours du développement des blés ont permis de suivre l'évolution des phénomènes, et des notations parallèles ont été faites sur des lignes préalablement repérées, récoltées à maturité.

Sur chaque prélèvement et pour chaque cultivar, les caractères suivants ont été analysés pour mettre en évidence des effets éventuels de compétition :

Nombres de pieds (et mortalité de ceux-ci depuis la levée), et de talles (et évolution de ceux-ci au cours du développement) ; tallage par pied à chaque prélèvement, et variation de ce caractère, à chaque date, et pour chaque cultivar. Dimensions des talles en hauteur, et des limbes en surface, et durée de vie des limbes pour chaque catégorie de talles. Poids frais et sec des organes (tiges, feuilles, épis), en séparant tiges principales (ou dominantes) et secondaires (ou dominées). On a pu ainsi distinguer les effets aux niveaux des organes, des plantes, et des peuplements.

Les effets de bordure et l'influence de l'orientation des lignes de semis (nord-sud, et est-ouest) sur la croissance et le rendement final ont été étudiés aussi.

Les dispositifs retenus ont permis d'obtenir des conditions de croissance des blés aussi différentes que possible, sans recourir à des situations artificielles telles que serres, couvertures plastiques, etc.

L'évolution de chaque élément du peuplement a pu être suivie ainsi (pieds, talles, feuilles...) et les différents cas élémentaires ont été comparés *en conditions naturelles*. Les effets dus à la compétition pour la lumière, entre organes comme entre plantes, ont ainsi été distingués de ceux à attribuer aux autres conditions de milieu, et aux génotypes.

Le but de ces recherches est de définir l'influence que des modifications mineures de structure des peuplements peut avoir sur les différentes *composantes* du rendement en grain, comme aussi sur la production totale de matière sèche des parties aériennes.

MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

Divers appareillages et méthodes d'étude ont été mis au point :

Des pyranomètres linéaires originaux ont permis de mesurer les rayonnements d'origine solaire (visible et infra-rouge ; global et réfléchi) dans la végétation (COMBRES, BALDY *et al.*, 1970).

Une chambre d'assimilation simplifiée (BALDY et LE BUHAN, 1972) a facilité l'étude de l'assimilation nette de limbes et de plantes entières, en conditions contrôlées stables, et à un niveau énergétique (500 w m^{-2}, dont 50 p. 100 situés dans le visible) comparable à celui du rayonnement solaire. Au champ, comme en conditions contrôlées, l'assimilation nette des limbes a été étudiée en employant une méthode gravimétrique originale (BALDY, 1973 *b*). Celle-ci consiste, après blocage dans les limbes des assimilats photosynthétiques produits pendant un temps connu, à peser comparativement ces échantillons et des limbes témoins. Des études préliminaires ont permis de définir le nombre minimal de limbes nécessaire pour obtenir des valeurs statistiquement significatives au seuil de 1 p. 100, nombre variable selon la position des limbes dans le peuplement.

Des mesures d'extinction du rayonnement solaire ont été effectuées simultanément à ces études de photosynthèse, à l'aide des pyranomètres signalés plus haut. Il a été ainsi possible de définir pour des périodes d'une à deux heures l'énergie incidente et sa fraction réellement utilisée à tout niveau du peuplement (BALDY, 1973 *d*).

L'évolution de la croissance et des composantes du rendement de chaque cultivar, en culture pure et en associations binaires avec chaque autre a été analysée par la méthode des prélèvements échelonnés : 6 à 10 récoltes ont été réalisées chaque année sur chaque parcelle élémentaire. Les prélèvements consistaient en deux segments de ligne de 50 cm chacune, c'est-à-dire en deux segments du même cultivar en culture pure, et un segment de chaque cultivar en association, avec six répétitions au moins chaque fois. Les prélèvements ont été effectués tous les 8 à 15 jours, selon le stade phénologique atteint par les Blés, et tout l'essai était échantillonné au cours d'une matinée. Les résultats ont été présentés en détail (BALDY, 1974).

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS

La micro-situation des plantes dans le champ joue un rôle important dans le développement des blés d'hiver : un pourcentage notable des brins-maîtres disparaît au cours de l'hiver ; ceux-ci sont fonctionnellement remplacés par des talles, mais ces dernières conservent un retard de développement d'autant plus marqué que la mortalité est plus tardive et plus généralisée.

De la levée à la fin du tallage, les relations de compétition se développent entre racines : dans les conditions des essais présentés, aucun effet n'a pu être mis en évidence sur les parties aériennes par analyse des éléments des peuplements à la fin du tallage (BALDY, 1974). Les interactions entre pieds, et entre talles d'un même pied, deviennent importantes dès le début de la montaison. Les systèmes racinaires occupent totalement les premiers décimètres du sol (BALDY, 1973 *c*), et les possibilités ultérieures de développement des parties aériennes dépendent directement du développement des racines à ce stade.

L'évolution des relations entre talles est particulièrement intéressante à suivre à partir du début de la montaison, et la méthode d'analyse de la croissance utilisée ici facilite l'étude. Dès qu'un brin subit un retard de croissance tel que les feuilles des

tiges voisines lui portent ombrage, son assimilation nette est réduite, et son retard s'accélère. Ceci se traduit par une *autorégulation* du tallage-épi, et de la surface foliaire totale existant à chaque stade, en fonction des conditions de milieu (BALDY, 1974).

Dans le cas d'associations expérimentales de cultivars (ou si on déplore le développement de mauvaises herbes abondantes...) cet effet apparaîtra plus ou moins tardivement, selon le rythme de croissance de chaque composant du peuplement. La fertilité de l'épi sera affectée différemment, selon la date d'apparition du phénomène : un ombrage dès le début de la montaison inhibe le développement reproductif des talles tardives ; à mi-montaison, quelques fleurs peuvent se former ; à fin-montaison, on constate souvent une forte coulure. Si l'ombrage ne devient important qu'après la floraison, les caryopses ont un faible poids unitaire, et les épillets de la base sont souvent stériles. Ces effets, d'ordre purement physiologique, sont dus essentiellement à l'assimilation nette de la talle concernée, et peuvent généralement être distingués de ceux dus à la sécheresse, qui agissent sur l'ensemble des épis, ou à des causes parasitaires (piétin, rouilles...). Plus la compétition pour la lumière entre organes est tardive, moins elle aura d'effet sur le rendement en grain (CHARTIER, 1969).

Des dominances transitoires et variables d'un cultivar à l'autre peuvent aussi s'observer (CHAPMAN *et al.*, 1969). L'association n'a généralement pas un rendement supérieur à celui de son meilleur constituant pur, mais l'élément le mieux adapté (ou dominant) du mélange peut souvent être significativement plus productif que sa culture pure.

L'effet des talles précoces sur les plus tardives se traduit par un gaspillage important d'énergie solaire : une partie notable des assimilats photosynthétiques ne sert qu'à former des brins *stériles* ; on a montré (BALDY, 1972) que les produits ainsi accumulés migrent peu ou pas vers les talles fertiles. Ces pertes peuvent atteindre 30 p. 100 dans des cultivars à fort tallage herbacé, pendant la phase de montaison. Elles existent même en cas d'utilisation fourragère du Blé, car les tiges dominées, de faible masse unitaire, sont généralement perdues à la récolte.

Ces résultats ont été obtenus grâce à l'étude simultanée de l'assimilation nette et de l'énergie incidente reçue au niveau de plusieurs dizaines de limbes, représentatifs de l'ensemble des organes photosynthétisants du peuplement (3 feuilles supérieures) (BALDY, 1973 *b*). Ces mesures directes ont confirmé les valeurs fournies par des prélèvements échelonnés des parties aériennes : l'assimilation nette à l'échelle du couvert peut atteindre 5 p. 100 du rayonnement global incident, sur des périodes de dix jours de temps variable (BALDY et JONARD, 1969). Elles se comparent bien aussi aux données obtenues en chambre d'assimilation par PLANCHON (1973) notamment.

Le faible rendement des talles dominées amène à s'interroger sur l'intérêt *actuel* de cultivars à fort tallage herbacé, dont les talles atteignent des tailles très différentes, les plus courtes disparaissant bien avant la floraison (BINGHAM, 1971).

D'autre part, d'après BORLAUG (1959), l'utilisation de *variété-populations*, formées du mélange de plusieurs lignées pures, différant seulement entre elles par quelques gènes de résistance aux maladies permettrait d'accumuler des caractères de résistance au niveau de l'ensemble du peuplement. Dans les essais d'associations ici résumés, les notations de sensibilité aux maladies ont permis de constater qu'un même cultivar est moins atteint en association en lignes alternées qu'en culture pure, ce qu'on peut attribuer (RAPILLY, communication personnelle) à la transmission plus difficile des spores à un stade donné.

CONCLUSIONS ET PROSPECTIVES

Les éléments présentés ici ne constituent qu'une partie des observations accumulées en cinq ans d'étude des phénomènes de croissance et de compétition pour la lumière dans des peuplements de blés tendres. Ceci risque de donner au lecteur le sentiment que certaines conclusions sont un peu elliptiques. Toutes ces observations ont cependant été recoupées et (autant que faire se peut) vérifiées par analyse bibliographique, et l'auteur est à la disposition des lecteurs éventuellement intéressés par tel aspect particulier de ces recherches.

Il faut souligner l'importance considérable des phénomènes de compétition pour la lumière dans les peuplements, en particulier après la floraison : une réduction de 20 p. 100 en moyenne de l'énergie photosynthétiquement active au niveau de l'épi du Blé se traduit régulièrement par une réduction de 50 p. 100 du potentiel de rendement de ce dernier.

Ces considérations amènent à définir un *idéotype* de Blé, qui réunirait les caractères suivants, actuellement dispersés dans les variétés commerciales :

— feuilles relativement petites, dressées, ayant une durée de vie aussi longue que possible, comme le soulignent de très nombreux travaux (BINGHAM, 1972) ;

— tallage herbacé limité (2 à 4 tiges, y compris le brin-maître, au début de la montaison, et épis formant une « *table* » à la floraison ;

— dernier entre-nœud long (40 à 50 p. 100 de la longueur totale de la tige) : cet organe photosynthétise longtemps après la floraison, et se situe en pleine lumière (BALDY, 1972) ;

— épis longs (plus de 20 épillets fertiles), lâches, et portant au moins 3 caryopses par épillet.

— En outre, de nombreux travaux ont montré l'intérêt des barbes, surtout en conditions de sécheresse et fort ensoleillement. Ces organes photosynthétisent activement après la floraison, et des recherches sont à poursuivre en ce sens (PLANCHON 1973).

— Le mélange de lignes isogéniques pourrait augmenter notablement la résistance aux parasites, et améliorer ainsi la régularité du rendement *interannuel* de la variété. Des études sont cependant à poursuivre avant de conclure de façon absolue.

— L'étude bibliographique entreprise sur l'enracinement du Blé (BALDY, 1973 *c*) amène enfin à envisager une voie de recherches dans le domaine des caractères génétiques commandant le développement des racines, et leur activité physiologique. Les recherches actuelles (PINTHUS, 1969) montrent qu'une grande variabilité existe à ce niveau, pour des cultivars dont les parties aériennes ont une bonne régularité.

Ce modèle est peu différent de l'idéotype proposé par DONALD en 1968 : il en diffère surtout par le maintien d'un tallage limité, pour tenir compte des caractères particuliers de la céréaliculture française. Dans la situation actuelle, de nombreux *cultivars* français ou « mexicains » s'en approchent déjà beaucoup. Il serait erroné de croire qu'on atteindra ainsi un optimum définitif : mais l'état actuel des connaissances concernant les relations de la plante et du milieu amène à proposer ces objectifs.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier particulièrement MM. de PARCEVAUX, AURIAU, ÉCOCHARD et PLANCHON pour les précieux conseils que ceux-ci lui ont donnés.

Reçu pour publication en mars 1974.

SUMMARY

SOME REFLECTIONS ABOUT CHARACTERS FOR YIELD IN WHEAT

This study was made during 5 years and with 9 cultivars of soft Wheat, grown in pure stand or as binary associations in altenate rows, under natural conditions.

The evolution of competition phenomena in pure and mixed stands was followed by successive (6 to 10 according to the trial) samplings during the course of the development.

Factors of dry matter yield, number and size of shoots, and components of grain yield were statistically analysed.

Analyses of photosynthesis under natural conditions, and of solar radiation extinction in the canopy were performed and yielded estimates of the photosynthetic rate in Wheat.

These studies led to put forward a model of efficient habit for the Wheat plant (reduced herbaceous tillering, small erect leaves last internode rather long ; loose highly fertile ears...) and to take into account other genetical characters that could improve the resistance to diseases and weather accidents (using mixtures of lines, genetic control of the root system characteristics...)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BALDY Ch., 1972. Sur l'énergie active en photosynthèse. Son utilisation par des graminées au cours de leur développement. *Ann. agron.*, **23**, 685-699 ; **24**, 1-31.

BALDY Ch., 1973 *a*. *Étude de peuplements de Blé tendre*. Thèse de Dr-Ing. Univ. Orsay, 160 p., figures.

BALDY Ch., 1973 *b*. Contribution à l'étude de la photosynthèse apparente du Blé. *Œcol., Plant.*, **8**, 247-262.

BALDY Ch., 1973 *c*. Progrès récents concernant le système racinaire du Blé. *Ann. agron.*, **24**, 241-276.

BALDY Ch., 1973 *d*. Contribution à l'étude de l'extinction de l'énergie d'origine solaire dans des peuplements de Blé tendre (*Triticum aestivum* L.). *Ann. agron.*, **24**, 507-533.

BALDY Ch., 1974. Sur le comportement de cultivars de Blés tendres cultivés seuls ou en associations binaires en lignes alternées. *Ann. agron.*, **25**, 61-91.

BALDY Ch., JONARD P., 1969. Contribution à l'étude du rendement photosynthétique du Blé. *C. R. Acad. Sci. Paris*, série D, **268**, 1296-1299.

BALDY Ch., LE BUHAN J. P., 1972. Utilisation d'une chambre d'illumination dans les études de photosynthèse apparente par gravimétrie. *Physiol. vég.*, **10**, 171-180.

BINGHAM J., 1972. Physiological objectives in breeding for grain yield in Wheat. In : *The way ahead in plant breeding*, F. G. H. Lupton *et al.* (éd.), 6th Congress of Eucarpia, Cambridge 29/6-2/7 1971, 15-29.

BORLAUG N. E., 1959. The use of multilineal or composite varieties to control airborne epidemic diseases of self-pollinated crop plants. In : *Proc. first Intern. Wheat Genet. Symp.* Winnipeg, 12-26.

CHALBI N., 1967. Biométrie et analyse quantitative de la compétition entre génotypes chez la Luzerne. *Ann. Amélior. Plantes*, **17**, 119-158.

CHAPMAN S. P., ALLARD R. W., ADAMS J., 1969. Effect of planting rate and genotypic frequency on yield and seed size in mixtures of two wheat varieties. *Crop Sci.*, **9**, 575-576.

CHARTIER Ph., 1969. Assimilation nette d'une culture couvrante. *Ann. Physiol. vég.*, **11**, 123-159 ; 221-263.

COMBRES J. C., BALDY Ch., BONHOMME R., GOILLOT Ch., PARCEVAUX S. (de), 1970. Un pyranomètre linéaire destiné à la mesure du rayonnement sous couvert végétal. In : *Techniques d'étude des facteurs physiques de la biosphère*. I. N. R. A. (éd.), 59-70.

DONALD C. M., 1968. The design of a Wheat ideotype. *Third Intern. Wheat Genet. Symp.* Canberra, 377-387.

HALLAIRE M., FÉLIX L., 1968. Présentation du dispositif irrigable expérimental de La Minière. *C. R. Acad. agric. France*, **54**, 511-514.

PINTHUS M. J., 1969. Tillering and coronal root formation in some common and durum Wheat varieties. *Crop Sci.*, **9**, 267-272.

PLANCHON Cl., 1973. *Productivité, hétérosis et photosynthèse chez le Blé tendre* (*Triticum aestivum* L.). Thèse Doct. Etat Univ. Toulouse, 130 p.

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 201-207.

ASSIMILATION NETTE PAR UNITÉ DE SURFACE CHEZ DIVERSES ESPÈCES DU GENRE *TRITICUM*

C. PLANCHON

Laboratoire d'Amélioration des Plantes,
École nationale supérieure agronomique,
145, avenue de Muret,
31076 Toulouse Cedex

RÉSUMÉ

L'assimilation nette potentielle par unité de surface des variétés de Blé tendre hexaploïde est inférieure à celle des variétés tétraploïdes et diploïdes. Les deux facteurs de cette assimilation (teneur en chlorophylle *a* et assimilation nette par unité de chlorophylle *a* ou indice d'assimilation) sont analysés. La teneur en chlorophylle *a* croît avec le niveau de ploïdie (le blé étant allopolyploïde), cependant que l'indice d'assimilation et le nombre de stomates par unité de surface décroissent. L'amélioration du potentiel photosynthétique des variétés de blé tendre peut être envisagée par croisements interspécifiques *T. æstivum* L. × *T. spelta* L.

INTRODUCTION

L'activité photosynthétique globale de la dernière feuille pendant la phase floraison-maturité conditionne pour une très large part le rendement final en grain chez le Blé tendre (THORNE, 1966 ; LUPTON, 1968 ; PLANCHON, 1968).

Elle est le produit d'une part de la surface de cette feuille et de sa durée d'activité pendant la phase floraison-maturité et d'autre part de l'assimilation nette ou photosynthèse apparente par unité de surface.

Ce dernier facteur déterminé dans les conditions optimales de température et d'éclairement est appelé assimilation nette ou photosynthèse apparente potentielle.

Or, cette photosynthèse apparente potentielle semble être le principal caractère susceptible d'être amélioré pour augmenter la productivité. En effet, la sélection des variétés modernes semble l'avoir négligée au profit des caractères visibles du feuillage (PLANCHON, 1973). Elle est supérieure chez les variétés de pays qui ne sont plus cultivées depuis longtemps (PLANCHON, 1968) et même plus importante dans

les espèces sauvages que chez les *Triticum æstivum* L. (KHAN et TSUNODA, 1970). En outre dans d'autres genres on a montré que la photosynthèse apparente diminuait avec le niveau de ploïdie : tel est le cas de *Hordeum vulgare* L. (EKDAHL, 1944), *Raphanus sativus* L. (FRYDRYCH, 1965), *Datura stramonium* L. (CUKROVÁ et AVRATOVŠČUKOVÁ, 1968).

Notre étude a pour but d'analyser, chez diverses espèces de *Triticum* diploïdes tétraploïdes et hexaploïdes, l'assimilation nette potentielle par unité de surface de la dernière feuille et ses deux composantes principales : teneur en chlorophylle *a* et indice d'assimilation (PLANCHON, 1971).

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons choisi pour cette étude deux variétés dans les espèces diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes mentionnées au tableau 1.

Les cultures sont conduites en pots de Mitscherlich dans les conditions décrites dans un précédent travail (PLANCHON, 1973) avec une fumure azotée correspondant à 50 unités par hectare.

Les mesures d'assimilation nette ont été faites à l'aide d'un dispositif, comprenant analyseur de gaz, chambre d'assimilation, dispositif de régulation de la température et de l'humidité, mentionné précédemment (PLANCHON, 1973). La chambre d'assimilation a été conçue selon le modèle utilisé par NÁTR et ŠPIDLA (1963) et dont la description figure dans *Plant Photosynthetic Production Manual of methods* (1972).

Les conditions retenues pour cette expérimentation sont :

1. mesure réalisée sous éclairement saturant sur le limbe de la dernière feuille (maître brin) au stade précédant la floraison ;
2. température à l'intérieur de la chambre : 22°C (conditions d'éclairement et de température correspondant à une assimilation maximale ou potentielle) ;
3. taux de CO_2 de l'air : 0,032 p. 100 ;
4. humidité relative à l'intérieur de la chambre : 80 p. 100 ;
5. les chlorophylles sont dosées selon la méthode de MacKinney (ARNON, 1949). Les mesures de densité optique sont faites dans des cuves de 1 cm d'épaisseur par rapport à un blanc d'acétone à 80 p. 100 aux longueurs d'onde de 663 mμ et 645 mμ. La teneur en chlorophylle *a* des solutions exprimée en *mg par litre* est fournie par la formule suivante :

$$\text{Chlorophylle } a = 12{,}7\ (D\ 663) - 2{,}67\ (D\ 645)$$

D 663 = densité optique à 663 mμ
D 645 = densité optique à 65 mμ ;

6. les surfaces foliaires sont mesurées par planimétrie ;
7. le nombre de stomates est déterminé sur la partie centrale du limbe, de chaque côté de la nervure principale et sur la face supérieure.

II. — RÉSULTATS

A. — *Assimilation nette par unité de surface*

Les deux variétés de *Triticum æstivum* L. choisies, de degré de sélection très différent, présentent la plus faible valeur pour ce caractère parmi l'ensemble des espèces étudiées. Les espèces hexaploïdes $2n = 42$ (*T. æstivum* L. et *T. spelta* L.) possèdent une assimilation nette par unité de surface significativement plus faible que les espèces tétraploïdes et diploïdes, dans 5 cas sur 6 étudiés (*T. spelta* L. non significatif par rapport à *T. diccocum* SCHÜBL) (tabl. 1).

TABLEAU I

Assimilation nette potentielle chez diverses espèces du genre Triticum

Espèces et variétés botaniques	Génome	Assimilation nette (1)	Surface de la feuille (2)
T. monococcum L.	AA	21,5	
– var. *Eredvianum* ZHUK.		— 21,0	0,184
– var. *Hornemanni* CLEM.		— 22,0	0,200
T. dicoccum SCHÜBL.	AA BB	20,7	
– var. *farrum* KRCK.		— 21,0	0,443
– var. *pycnurum* KRCK.		— 20,5	0,346
T. durum DESF.	AA BB	21,5	
– var. *hordeiforme* KÖRN (« Lesnovo »)		— 21,5	0,300
– var. *leucurum* KÖRN (« Montferrier »)		— 21,5	0,451
T. spelta L.	AA BB DD	19,2	
– var. *Arduini* KRCH.		— 19,9	0,356
– var. *cœruleum* KRCH.		— 18,5	0,495
T. æstivum L.	AA BB DD	18,8	
– var. *milturum* ALEF. (« Bladette de Puylaurens »)		— 19,5	0,360
– var. *lutescens* ALEF. (« Capitole »)		— 18,1	0,410

(1) en mg CO_2 h^{-1} dm^{-2}
(2) en dm^2

(1) p.p.d.s. entre espèces 1,8
p.p.d.s. entre variétés 0,7

Nous retenons ici des résultats assez comparables à ceux obtenus par KHAN et TSUNODA (1970).

Rapportant l'assimilation nette à la teneur en chlorophylle, WILLSTÄTTER et STOLL (1918) définissent l'indice d'assimilation. Nous déterminerons pour notre part cet indice par rapport à la seule *chlorophylle a*, car nous avons montré (PLANCHON, 1973) que la liaison entre l'assimilation nette et la teneur en chlorophylle *a* était plus étroite que celle établie avec la teneur en chlorophylle totale.

B. — *Teneur en chlorophylle* a

T. æstivum L. présente la plus forte valeur pour ce caractère, *T. monococcum* L. la plus faible. Nous retrouvons chez le Blé, pour des espèces allopolyploïdes, un phénomène semblable à celui démontré pour des formes autopolyploïdes de Datura

par CUKROVÁ et AVRATOVŠČUKOVÁ (1968) c'est-à-dire une liaison entre la teneur en chlorophylle et le niveau de ploïdie ; *T. spelta* L. occupe cependant une place un peu à part.

C. — *Indice d'assimilation*

Il apparaît nettement que le Blé tendre présente, pour ce facteur, une valeur très inférieure à celle de toutes les autres espèces. Il semble exister également une liaison entre la valeur de ce caractère et le niveau de ploïdie (tabl. 2).

TABLEAU 2

Teneur en chlorophylle a, *indice d'assimilation, nombre de stomates chez diverses espèces du genre* Triticum

Espèces et variétés botaniques	Génome	Teneur en chlorophylle *a* (1)	Indice d'assimilation (2)	Nombre de stomates (3)
T. monococcum L.	AA			
– var. *Eredvianum* ZHUK.		1,76 ± 0,05	11,9 ± 0,2	118 ± 3
– var. *Hornemanni* CLEM.		1,98 ± 0,04	11,1 ± 0,1	107 ± 3
T. dicoccum SCHÜBL.	AA BB			
– var. *farrum* KRCK.		2,42 ± 0,07	8,7 ± 0,2	73 ± 2
– var. *pycnurum* KRCK.		2,20 ± 0,06	9,3 ± 0,1	82 ± 2
T. durum DESF.	AA BB			
– var. *hordeiforme* KÖRN (« Lesnovo »)		2,20 ± 0,07	9,8 ± 0,2	83 ± 3
– var. *leucurum* KÖRN (« Montferrier »)		2,37 ± 0,05	9,1 ± 0,1	74 ± 2
T. spelta L.	AA BB DD			
– var. *Arduini* KRCH.		2,21 ± 0,04	9,0 ± 0,1	73 ± 2
– var. *cœruleum* KRCH.		1,80 ± 0,06	9,3 ± 0,2	64 ± 2
T. æstivum L.	AA BB DD			
– var. *milturum* ALEF. (« Bladette de Puylaurens »)		2,75 ± 0,06	7,1 ± 0,01	64 ± 2
– var. *lutescens* ALEF. (« Capitole »)		2,55 ± 0,07	7,1 ± 0,1	68 ± 2

(1) en mg dm^{-1}
(2) en mg CO_2 h^{-1} par mg de chlorophylle *a*
(3) par mm^2 de feuille
Résultats exprimés par la moyenne ± l'erreur-type de la moyenne ($m \pm sm$) pour 5 mesures. Dans le cas des nombres de stomates par mm^2, 20 comptages sur 10 feuilles.

Chez le Blé des différences importantes existent entre les formes diploïdes et polyploïdes pour les caractères structuraux de la feuille. Ceux de certaines espèces sauvages ont une structure de la feuille de type panicoïde et ceux des espèces cultivées

présentent un type festucoïde [1] (KHAN et TSUNODA, 1971). La taille des cellules photosynthétisantes serait également en relation avec le taux de photosynthèse : EL-SHARKAWY et HESKETH (1965), WILSON et COOPER (1967) montrent que plus les cellules du mésophylle sont petites, plus l'assimilation nette par unité de surface est élevée. Par contre, il n'y a pas de relation entre l'intensité de la photosynthèse et le nombre de stomates (EL-SHARKAWY et HESKETH, 1964).

Cependant chez le Datura, le nombre de stomates diminue avec le nombre de chromosomes (CUKROVÁ et AVRATOVŠČKOVÁ, 1968). Nous avons déterminé, pour notre part, le nombre de stomates par unité de surface de feuille, afin d'établir une possible liaison entre ce facteur et l'indice d'assimilation.

D. — *Nombre de stomates par unité de surface*

Nous avons trouvé également :

1° une liaison étroite entre le nombre de stomates par unité de surface et le niveau de ploïdie. Les espèces hexaploïdes ont un nombre réduit de stomates, les espèces diploïdes, un nombre élevé.

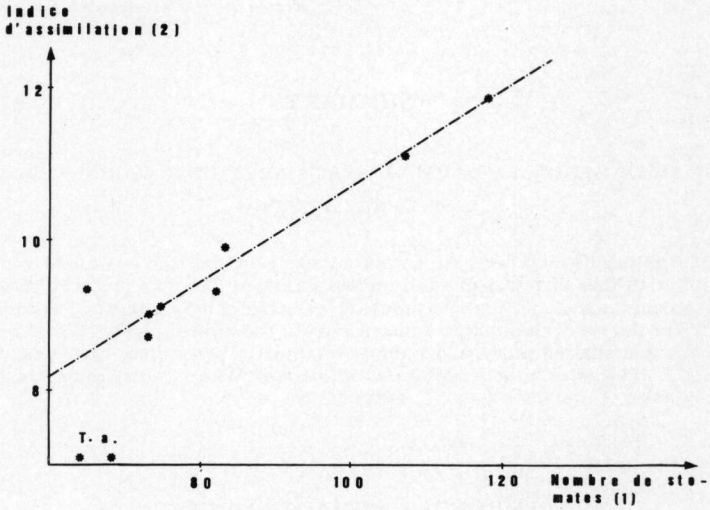


FIG. 1. — *Relation indice d'assimilation, nombre de stomates*
(1) par mm² de feuille
(2) en mg CO_2 h^{-1} par mg de chlorophylle *a*
T. a. : *Triticum æstivum* L.

2° une bonne relation entre les valeurs de l'indice d'assimilation et le nombre de stomates pour l'ensemble des espèces sauf pour *T. æstivum* L., qui présente un indice d'assimilation peu élevé, compte tenu du nombre de stomates (tabl. 2, fig. 1).

[1] Type panicoïde : arrangement relativement compact des cellules du parenchyme se rapprochant de celui du Maïs (plante en C_4) et se différenciant du type normal festucoïde (plantes en C_3).

III. — DISCUSSION

Nous avons montré, chez le Blé tendre, l'existence d'une relation entre l'activité photosynthétique de la dernière feuille et le rendement en grain (PLANCHON, 1968).

L'augmentation des rendements peut être obtenue par la recherche d'une meilleure assimilation nette par unité de surface. Les facteurs « haute teneur en chlorophylle *a* » et « faible photorespiration » sont susceptibles d'améliorer cette assimilation et par suite la productivité intrinsèque des variétés (PLANCHON, 1973).

Les résultats présentés dans cette note permettent d'entrevoir une nouvelle voie dans l'amélioration de la photosynthèse des variétés chez le Blé tendre : augmenter l'indice d'assimilation, entraînant ainsi une meilleure efficacité de la chlorophylle *a*.

Les croisements interspécifiques *T. æstivum* L. × *T. spelta* L. seraient à envisager étant donné la similitude des génomes (ABD), sous réserve que les caractères agronomiques liés à cet indice d'assimilation ne soient pas défavorables.

Il semble plus aléatoire d'envisager l'utilisation des croisements interspécifiques du Blé tendre avec les espèces tétraploïdes ou diploïdes, l'indice d'assimilation étant lié au nombre de stomates et ce dernier semblant dépendre du niveau de ploïdie.

Reçu pour publication en février 1974.

SUMMARY

NET ASSIMILATION RATE PER SURFACE AREA UNIT VARIOUS SPECIES OF GENUS *TRITICUM*

The potential net assimilation rate per surface area unit of the hexaploid varieties of soft Wheat is inferior to that of tetraploid and diploid varieties. The two factors of this assimilation (chlorophyll *a* content and net assimilation rate per chlorophyll *a* unit or assimilation index) are analyzed. The degree of chlorophyll *a* increases with the level of ploidy (Wheat being allopolyploid) while the assimilation index and number of stomata per surface area unit decrease. The improvement of the photosynthetic potential of the soft Wheat varieties can be envisaged by interspecific crossing *T. aestivum* L. × *T. spelta* L.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARNON D. J., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, **24**, 1-25.

CUKROVÁ V., AVRATOVŠČUKOVÁ N., 1968. Photosynthetic activity, chlorophyll content and stomata characteristics in diploid and polyploid types of *Datura stramonium* L. *Photosynthetica*, **2** (4), 227-237.

EKDAHL J., 1944. Comparative studies in physiology of diploid and tetraploid barley. *Ark. Bot.*, **31**, 1-45.

EL-SHARKAWY M. A., HESKETH J. D., 1964. Effect of stomatal differences among species on leaf photosynthesis. *Crop. Sci.*, **4** (6), 619-621.

EL-SHARKAWY M. A., HESKETH J. D., 1965. Photosynthesis among species in relation to characteristics of leaf anatomy and CO_2 diffusion resistance. *Crop Sci.*, **5**, 517-521.

FRYDRYCH J., 1965. Studium fotosynteticke asimilace diploidni a autotetraploidni redkvicky (*Raphanus sativus* L.). *Genet. Slecht.*, **2** 25-30.

KHAN M. A., TSUNODA S., 1970. Evolutionary trends in leaf photosynthesis and related leaf characters among cultivated wheat species and its wild relatives. *Japan. J. Breed.*, **20** (3), 133-140.

KHAN M. A., TSUNODA S., 1971. Comparative leaf anatomy of cultivated wheats and wild relatives with reference of their leaf photosynthetic rates. *Japan. J. Breed.*, **21** (3), 143-150.

LUPTON F. G. H., 1968. The analysis of grain yield of wheat in terms of photosynthetic ability and efficiency of translocation. *Ann. Appl. Biol.*, **61**, 109-119.

PLANCHON C., 1968. Activité photosynthétique et rendement en grain chez le Blé tendre (*Triticum æstivum* L.). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, Ser. D. **266**, 123-125.

PLANCHON C., 1971. Relations entre l'assimilation chlorophyllienne nette, la teneur en chlorophylle *a* et la température chez le Blé tendre (*Triticum æstivum* L.). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, Sci. D. **272**, 68-71.

PLANCHON C., 1973. *Productivité, hétérosis et photosynthèse chez le Blé tendre* (*Triticum æstivum* L.). *Thèse Doct. Sc. Nat.*, Université Paul Sabatier, Toulouse, 130 p.

ŠESTÁK Z., ČATSKÝ J., JARVIS P. G., 1971. *Plant photosynthetic production. Manual of methods.* Dr W. JUNK N. V., Publishers, The Hague 818 p.

THORNE G. N., 1966. Physiological aspects of grain yield in cereals. In : *The growth of cereals and grasses.* MILTHORPE F. L. et IVINS J. D. (ed.), London, Butterworth.

WILLSTÄTTER R., STOLL A., 1918. *Untersunchungen über die Assimilation der Kohlensäure*, Springer, Berlin.

WILSON D., COOPER J. P., 1967. Assimilation of *Lolium* in relation to leaf mesophyll. *Nature*, **214**, 989-992.

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2), 209-213.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE GRAINES DE LUZERNE EN CONDITIONS ARTIFICIELLES EN VUE D'ACCÉLÉRER LES GÉNÉRATIONS

II. — Influence de la température sur les vitesses de maturation et de germination [1]

F. BLONDON et P. GUY*

Laboratoire du Phytotron, C. N. R. S.,
91190 Gif sur Yvette

* *Station d'Amélioration des Plantes fourragères, I. N. R. A.,*
86600 Lusignan

RÉSUMÉ

Les effets de la température (32-27°, 27° et 22°C) sur la production qualitative de graines de *Medicago sativa* L. (variété « Europe ») sont étudiés au Phytotron en jours continus de 18 000 lux (115.000 ergs $cm^{-2}s^{-1}$), condition qui permet d'obtenir la floraison la plus précoce. Plus la température est élevée, plus la formation et la maturation des graines sont rapides. Pour obtenir, par exemple, plus de 90 p. 100 de germination normale des graines, il est possible de les prélever dès le dix-huitième jour après la fécondation à 27°C, mais il faut attendre le vingt et unième jour à 22°C. Une génération (de la plantule à la plantule) s'obtient en 20 p. 100 moins de temps à 27°C qu'à 22°C lorsque la température est maintenue constante.

INTRODUCTION

Dans des études préalables, nous avons déterminé en phytotron les meilleures conditions de température et de durée d'éclairement qui permettent la croissance et la floraison de deux types éloignés de Luzerne cultivée : les cultivars « Gabès » et « Luciole » (Blondon et Guy, 1969 ; Guy, Blondon et Durand, 1971). Les réactions qualitatives à la température et à la durée d'éclairement sont les mêmes pour ces deux types. Un éclairement continu (115 000 ergs $cm^{-2}s^{-1}$) permet d'obtenir le plus rapidement, quelle que soit la température, la croissance et la floraison. La tempé-

[1] Ce travail a été effectué au Laboratoire du Phytotron, C. N. R. S., à Gif sur Yvette, dans le cadre de recherches coopératives C. N. R. S.-I. N. R. A. Les auteurs remercient Mlles M.-T. Chesneaux et M. Deronne pour leur participation.

rature élevée (27°C) provoque une croissance plus rapide et une floraison plus précoce que la température tiède (22°C). L'examen et l'interprétation des différents résultats mettent en évidence que la croissance maximale est obtenue aux environs de 24°C quel que soit l'âge des plantes. Par contre la floraison la plus précoce est obtenue à 27°C (température la plus élevée utilisée), (BROWN, 1972 ; GUY, BLONDON et DURAND, 1971 ; HUNT, 1973 ; VARGA, 1973).

Pour compléter ces résultats, il était nécessaire d'étudier l'influence de la température sur la formation et la maturation des graines.

Aussi, en considérant les résultats concernant la floraison, résumés précédemment, avons-nous choisi uniquement 3 températures (22°, 27°, 32°-27°C) avec le même éclairement continu. Ce travail doit aider le sélectionneur à diminuer au maximum le temps nécessaire à l'obtention d'une génération de Luzerne mais aussi à préciser le moment à partir duquel les semences produites sont aptes à une longue conservation.

MATÉRIEL ET TECHNIQUES

A. — *Le matériel végétal*

Les expériences sont réalisées au Phytotron du C. N. R. S., à Gif sur Yvette. Une seule variété est utilisée, le cultivar « Europe », choisi en raison de son homogénéité et de sa valeur comme référence.

B. — *Les conditions expérimentales pour l'étude de la production qualitative de graines*

Les semences sont placées en boîte de Petri sur papier filtre humide, dans une étuve obscure à 22°C durant 36 heures. Ce traitement permet une germination homogène. Chaque jeune plante est alors repiquée dans un pot en matière plastique de 10 × 10 × 15 cm sur un support constitué de vermiculite arrosée quotidiennement de solution nutritive (BLONDON et CHOUARD, 1965). Ceux-ci sont répartis sur six chariots de 0,25 m² contenant chacun 8 plantes et placés à 27°C. 70 p. 100 d'humidité relative, en jours continus de 18 000 lux (115 000 ergs $cm^{-2}s^{-1}$). Au trente-septième jour de culture, de nombreuses fleurs sont présentes sur pratiquement toutes les plantes qui sont alors réparties en 3 lots de 16 plantes : le premier est placé à 22°C, le second demeure à 27°C et le troisième est mis à 32-27°C (9 h à 32° — 15 h à 27°C) ; les autres facteurs (éclairement continu de 18 000 lux, humidité relative de l'air de 70 p. 100) sont semblables.

Dans chaque condition, toutes les fleurs disponibles sont fécondées et marquées, le même jour, par apport d'allopollen. L'apparition des gousses est très rapide et leur prélèvement est réalisé 12, 15, 18, 21, 28 et 35 jours après la pollinisation. Les graines sont soigneusement extraites des gousses (vertes jusqu'au dix-septième-dix-huitième jour à 27°C, jaunes puis brunes ensuite) et mises à germer en boîtes de Petri sur papier filtre humide dans une étuve obscure à 22°C. Des observations sont effectuées tous les jours pendant 10 jours puis tous les deux ou trois jours pour déterminer le taux de germination. Les graines qui germent anormalement (absence de racine, germe déformé) ou pourrissent sont comptées mais ne figurent évidemment pas dans les relevés finaux ; elles sont considérées comme ne germant pas. Les graines dures sont scarifiées par grattage au papier de verre fin et donnent ensuite des germes normaux. Elles sont donc comptabilisées dans le nombre de germination normale. D'autre part, pour les prélèvements à 3 et 5 semaines, des graines sont conservées à la température du laboratoire et mises à germer dans les mêmes conditions que précédemment.

RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

Les résultats, concernant le pourcentage de germination des graines de Luzerne suivant la température à laquelle elles ont été soumises, de la fécondation à leur prélèvement sur la plante réalisé après des temps différents, sont synthétisés dans le

tableau 1. Ils montrent l'importance de la température. En effet, à 32-27 et à 27°C, dès le douzième jour, il est possible de récolter des graines qui germeront dans la proportion de plus de 50 p. 100. Par contre, à 22°C, pour obtenir un même résultat, il faut attendre le dix-huitième jour. Les plantes qui sont issues de ces graines croissent tout à fait normalement. Cependant les graines formées à 32-27 et 27°C et âgées de 12 jours demandent beaucoup plus de temps pour germer (tabl. 2) que celles âgées de 18 jours. D'autre part, l'apparition de graines dures dès le vingt et unième jour pour les températures de 32-27° et 27°C constitue un handicap dans la pratique, car la scarification de petits lots est un travail minutieux.

TABLEAU 1

Pourcentage de germination (1) *de graines de Luzerne suivant la température à laquelle elles ont été soumises, de la fécondation à leur prélèvement sur la plante, réalisé après différents temps exprimés en jours après la pollinisation* (âge des graines)

Age des graines	Température (°C)		
	32-27 (%)	27 (%)	22 (%)
12	61	56	0
15	74	68	18
18	96	98	62
21	100	100	91
28	100	100	99
35	100	100	100

(1) Ce pourcentage représente le nombre de graines qui germent normalement en boîte de Petri humide à l'étuve à 22°C à l'obscurité après 25 jours au maximum. Cette longue durée a été utilisée en raison de vitesses de germination différentes suivant les conditions (tabl. 2). Chaque pourcentage a été établi sur environ 200 graines. Les graines dures qui apparaissent dès le prélèvement à 21 jours aux températures de 32-27°C et de 27°C sont sacrifiées.

En comparant les tableaux 1 et 2, on voit que l'utilisation d'une température chaude (27°C) par rapport à une température tiède (22°C) en jours continus de 18 000 lux permet de gagner 5 jours pour l'obtention de plantules à partir de la fécondation. En effet, il faut 18 jours + 4 jours à 27°C (ou 32-27°C) et 21 jours + 6 jours à 22°C pour obtenir au moins 50 p. 100 des plantules à partir d'un lot.

Il est intéressant de noter que les graines récoltées au dix-huitième jour après la fécondation à 27° ou au vingt et unième jour à 22°C et mises à germer, après quatre mois de conservation au laboratoire, atteignent un taux de 92 p. 100 de germes normaux après scarification. En effet, la conservation à l'air libre entraîne l'apparition d'environ 85 p. 100 de graines dures.

D'autre part, des expériences, non décrites ici, ont montré que, toutes choses étant égales par ailleurs (jours continus, alimentation en eau non limitante), les tem-

pératures élevées (32-27°C et 27°C) n'avaient pas d'influence sur la chute précoce des fleurs fécondées. Cependant, il peut être utile pendant la période de floraison d'abaisser la température à 24°C, car une température plus élevée entraîne un certain pourcentage d'autodéclenchement.

TABLEAU 2

Nombre de jours nécessaires à la germination (1)
de 50 p. 100 des graines qui peuvent germer suivant leurs origines
(température, âge des graines)

Age des graines	Températures (°C)		
	32-27	27	22
12	10	10	—
15	7	7	9
18	4	4	6
21	graines dures	graines dures	6
28	graines dures	graines dures	graines dures
35	graines dures	graines dures	graines dures

(1) A l'étuve obscure à 22°C dans une boîte de Petri sur papier filtre humide.

DISCUSSION

Si la mise à fleur a fait l'objet de très nombreuses études du point de vue de l'influence des facteurs externes (BLONDON et GUY, 1969 ; BROWN, 1972 ; GUY, BLONDON et DURAND, 1971 ; VARGA, 1973), il n'en est pas de même des conditions nécessaires à l'obtention rapide de semences possédant une bonne faculté germinative (GUNN, 1972). Notre étude permet de montrer l'influence de la température depuis la fécondation jusqu'au prélèvement des graines. Si celles-ci sont prélevées tôt, le pourcentage de germination est plus faible et la durée de germination plus élevée. Cependant, l'influence de la température reste importante jusqu'au prélèvement du vingt-huitième jour. Il reste à savoir si, pour le sélectionneur qui veut obtenir le plus rapidement possible une génération, l'utilisation d'une température élevée (27°C) par rapport à une température tiède (22°C) est avantageuse. Les résultats obtenus, non décrits ici, sur la floraison de cette variété, ajoutés à ceux concernant la production qualitative de graines, nous montrent qu'il faut environ 59 jours pour obtenir une génération (de la plantule à la plantule) à 27°C et 74 jours à 22°C, toutes choses étant égales par ailleurs, c'est-à-dire en jours continus de 18 000 lux, avec une nutrition riche et une humidité relative de l'air de 70 p. 100 ; le gain de temps est d'environ 20 p. 100. Maintenir une température aux environs de 27°C peut donc être avantageux dans la mesure où l'obtention rapide d'une génération est précieuse.

Ces résultats obtenus avec la variété « Europe », choisie en raison de sa valeur comme référence, sont fort probablement généralisables aux autres variétés de Luzerne. En effet un travail précédent sur la croissance et la floraison de deux variétés extrêmes (GUY, BLONDON et DURAND, 1971) montre que les réactions qualitatives à la température et à la durée d'éclairement sont les mêmes pour ces deux types.

Reçu pour publication en mars 1974.

SUMMARY

THE EFFECT OF DIFFERENT TEMPERATURES ON THE QUALITATIVE PRODUCTION OF LUCERNE SEEDS *MEDICAGO SATIVA* L., UNDER CONTROLLED CONDITIONS

The plants (variety « Europe ») were grown in the Phytotron under conditions (27°C, continuous days of 18 000 lux) which induce the most rapid flowering. After having produced a certain number of flowers they are divided into three groups. The first remains at 27°C, the second is put at 22°, and the third at 32°-27°C (relative humidity 70 p. 100, continuous days, 18 000 lux). The flowers are then manually pollinated with an addition of allopollen. At each temperature pod samples are taken 12, 15, 18, 21, 28 and 35 days after pollination. The percentage and rapidity of germination are studied (at 22°C in the dark).

The influence of temperature is quite important on the rapidity of formation and of maturation of the seeds. For example, at 27°C, 18 days are needed and at 22°C 21 days are needed in order to obtain more than 90 p. 100 of the normal seed germination. If the seeds are harvested earlier the percentage of germination is lower and the length of germination is higher. Integrating of the results obtained earlier on flowering with those concerning the qualitative production of seeds shows that, everything else being equal, a temperature of 27°C given constantly allows for a generation (from plantlet to plantlet) in 20 p. 100 less time than at 22°C (59 days instead of 74).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BLONDON F., CHOUARD P., 1965. Facteurs externes capables de provoquer la floraison du *Dactylis glomerata* L. Action de la température. *C. R. Acad. Sci. Sér. D*, **260**, 6966-6969.

BLONDON F., GUY P., 1969. Action de la température et de la durée d'éclairement sur la croissance de deux types extrêmes de Luzerne cultivée, *Medicago sativa* L. *C. R. Acad. Agric.*, **55**, 1194-1200.

BROWN R. L. *et al.*, 1972. Energy accumulation and utilization. In C. H. HANSON (Ed.) *Alfalfa Science and Technology*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 143-166.

GUNN C. R., 1972. Seed characteristics. In C. H. HANSON (Ed.), *Alfalfa Science and Technology*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 677-687.

GUY P., BLONDON F., DURAND J., 1971. Action de la température et de la durée d'éclairement sur la croissance et la floraison de deux types éloignés de Luzerne cultivée, *Medicago sativa* L. *Ann. Amélior. Plantes*, **21**, 409-422.

HUNT L. A., 1973. Temperatures responses in Alfalfa. Possible breeding criteria. *XVIIth Meeting of the eastern Alfalfa Improvement Conference*. Blacksburg, U. S. A.

VARGA P. *et al.*, 1973. *Lucerna*. Ceres, Bucarest, 302 pages.

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Le manuscrit doit être dactylographié sur papier format 21 × 29,7, avec un double interligne, au recto seulement. Chaque page sera numérotée et des feuilles *séparées* seront utilisées pour les références bibliographiques, les tableaux, les légendes des figures et graphiques, etc.

Au début de chaque mémoire, on indiquera : — *le titre du mémoire;* il ne devra pas comporter d'abréviations ni de formules chimiques (sauf pour les isotopes) ; — *le nom des auteurs*, précédé des initiales du prénom pour les hommes, du prénom complet pour les femmes ; — *le nom des techniciens* ayant collaboré à l'étude relatée, précédé de la mention : avec la collaboration technique de... ; *le nom de l'établissement*, dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.

Les mémoires seront rédigés, autant que possible, d'après le plan ci-dessous :
a) *résumé* (250 mots max.) suffisamment précis pour que sa lecture renseigne sur la nature du travail et son importance ; b) *introduction* dans laquelle on indique l'objet des recherches entreprises en relation avec les travaux déjà effectués dans le domaine ; c) *techniques expérimentales et matériel utilisé*, en donnant, sous une forme concise, tous les détails nécessaires pour que le lecteur puisse répéter les expériences ; d) *résultats*, à présenter de la manière la plus brève possible ; e) *discussion* et *conclusion* ; f) *titre et résumé* en anglais ou destiné à être traduit en anglais comportant une analyse *complète* de l'article ; g) *remerciements* pour les collaborations, les fonds, les dons... ; h) *références bibliographiques.*

Les travaux originaux en anglais doivent présenter la même composition que les mémoires rédigés en français, mais ils comportent obligatoirement un résumé français *très complet*. Les figures, graphiques, tableaux et photographies seront sous-titrés en français.

Pour les autres documents (notes, mises au point, revues, rapports, etc.), l'auteur devra suivre un plan logique et le mettre en évidence par une titration appropriée.

Les références bibliographiques doivent être citées dans le texte de la manière suivante : (DUPONT et DUVAL, 1954). Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier sera mentionné, suivi de *et al.* A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, et par ordre de dates pour un même auteur.

Pour les articles : le (s) nom (s) de (s) auteur (s) suivi (s) des initiales du (des) prénom (s) ; la date de parution de l'article ; le titre de l'article (dans la langue originale pour l'allemand, l'anglais, l'italien, l'espagnol et en français dans tous les autres cas, avec indication entre parenthèses de la langue d'origine, sauf si l'auteur étranger a sous-titré dans l'une des quatre langues mentionnées) : le titre du périodique en abrégé, selon la *World List of Scientific Periodicals*, ou le *Bulletin Signalétique du C. N. R. S.* ; le volume, la première et la dernière page de l'article.

Pour les ouvrages : le nom de l'auteur avec les initiales du prénom ; la date de l'édition ; le titre complet de l'ouvrage dans la langue originale, sans abréviations (pour les langues utilisant des alphabets autres que l'alphabet latin, la traduction du titre sera donnée entre parenthèses, avec mention de la langue d'origine) ; le volume ; la première et la dernière page du paragraphe se rapportant aux résultats discutés, et, si l'on cite l'ouvrage en entier, le nombre de volumes et le nombre total de pages ; le numéro de l'édition s'il y en a plusieurs ; le nom de l'éditeur ; le lieu de l'édition. Si l'ouvrage est collectif, on indiquera en plus le nom de l'auteur du chapitre cité, le nom des rédacteurs principaux, précédé de la mention « in », le titre de l'ouvrage.

La mention de « communications personnelles » ou « données non publiées » etc. doit être faite entre parenthèses. Lorsque l'auteur a relevé une référence dans une revue d'« Abstracts », le mentionner à la fin de la référence, entre parenthèses.

Les tableaux, dessins, graphiques, cartes, photographies, doivent être fournis à part. Les tableaux et figures doivent faire l'objet de deux numérotations distinctes, en chiffres arabes l'une et l'autre.

Les auteurs peuvent disposer leurs tableaux soit dans le sens de la largeur de la revue, soit dans le sens de la longueur. Dans le sens de la largeur, le total des signes et des espaces disponibles est de 100. Dans le sens de la longueur, il est de 155. Les tableaux en longueur, c'est-à-dire ceux pouvant disposer de 155 signes, ne seront admis que s'ils comprennent plus de 8 lignes de chiffres, de manière qu'une page entière de la revue ne soit pas occupée par un tableau très long et très étroit. Les graphiques ne doivent pas faire double emploi avec les tableaux.

Les légendes et les énoncés des graphiques et dessins doivent être dactylographiés sur une même feuille séparée et porter les numéros des figures.

Les graphiques, schémas, cartes, dessins d'appareils seront envoyés soit *à l'état définitif* soit *à l'état de projets*, leur exécution définitive étant confiée au Bureau de Dessin de l'I. N. R. A. Seules deux réductions à l'impression sont admises : *soit* × 0,5, *soit* × 0,25.

Il est rappelé que le format utile des Annales est : 12,5 × 19 cm ; ces dimensions ne doivent pas être dépassées.

Photographies : Il est recommandé de fournir des épreuves bien contrastées sur papier blanc, et de préférence en format 9 × 12. Si les photographies doivent être associées pour constituer des planches, on adoptera les normes suivantes : 2 photos 9 × 12, 4 photos 9 × 5,5, 6 photos 5,5 × 5,5. Dans ce cas, chaque photo devra porter un numéro en chiffres arabes visible après clichage.

Les légendes des photographies doivent être dactylographiées sur une même feuille séparée et porter les numéros des figures.

Il est demandé d'indiquer sur le manuscrit, dans la marge, en regard du texte, l'emplacement souhaité des tableaux et figures.

Envoi du manuscrit : M. RIVES ; Centre de Recherches de Bordeaux, 33140 Pont de la Maye, France. On demande deux exemplaires.

Correction des épreuves : les épreuves que les auteurs recevront à corriger sont à retourner, après correction, à cette même adresse.

Le Directeur de la publication : M.-L. Cagnac

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 11-1974

Dépôt légal : 4e trimestre 1974. N° d'impression : 1442.

annales de l'amélioration des plantes

Trimestriel

1974

Vol. 24 . N° 2

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique
à l'exception des résumés

Ann. Amélior. Plantes, 1974, **24** (2).

TABLE DES MATIÈRES

H. CLANET, J. C. SALLES. — Contribution à l'étude de la fructification de l'Abricotier dans des conditions climatiques différentes 97

Jacqueline PHILOUZE. — Utilisation pratique d'une lignée mâle-stérile *ms 35* chez la Tomate 129

R. WAGNER, A. BRONNER. — Étude de la fertilité des semis de *Vitis vinifera* : application à la mise au point d'un test précoce de sélection 145

Indra Sen SINGH. — Genetic analysis of pollen fertility in two lines of Petunia (Analyse génétique de la fertilité pollénique chez deux lignées de Pétunia) 159

C. MARENAUD, R. SAUNIER. — Action des virus de type ILAR sur le pollen de l'espèce *Prunus persica* 169

B. SCHWEISGUTH. — Étude de la teneur en matière sèche de l'Oignon, *Allium cepa* L. II. — Hérédité de la teneur en matière sèche du bulbe 185

Ch. M. BALDY. — Quelques réflexions concernant les caractères du rendement des blés .. 193

C. PLANCHON. — Assimilation nette par unité de surface chez diverses espèces du genre *Triticum* 201

F. BLONDON, P. GUY. — Contribution à l'étude de la production de graines de Luzerne en conditions artificielles en vue d'accélérer les générations. II. — Influence de la température sur les vitesses de maturation et de germination 209

CONTENTS

H. CLANET, J. C. SALLES. — Contribution to the study of fructification of Apricot in different climatic conditions 97

Jacqueline PHILOUZE. — Practical use of a *ms 35* male sterile line in Tomato 129

R. WAGNER, A. BRONNER. — Study of *Vitis vinifera* seedling fertility : application to an early selection test 145

Indra Sen SINGH. — Genetic analysis of pollen fertility in two lines of Petunia 159

C. MARENAUD, R. SAUNIER. — Action of ILAR type viruses on the pollen of *Prunus persica* 169

B. SCHWEISGUTH. — Study on the dry matter content in Onion, *Allium cepa* L. II. — Heredity of dry matter content in the bulb 185

Ch. M. BALDY. — Some reflections about characters for yield in Wheat 193

C. PLANCHON. — Net assimilation rate per surface area unit in various species of genus *Triticum* 201

F. BLONDON, P. GUY. — The effect of different temperatures on the qualitative production of Lucerne seeds *Medicago sativa* L., under controlled conditions 209

Les Annales de l'Amélioration des plantes figurent dans Current Contents

I. N. 4. 036. 020.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

PÉRIODIQUES

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1974	France	Étranger	Le N°
ANNALES AGRONOMIQUES, 6 nos par an	175 F	190 F	35 F
ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES, 4 nos par an	135 F	150 F	45 F
ANNALES DE PHYTOPATHOLOGIE, 4 nos par an	155 F	170 F	55 F
ANNALES DE ZOOLOGIE-ÉCOLOGIE ANIMALE, 4 nos par an	155 F	170 F	55 F
ANNALES DE ZOOTECHNIE, 4 nos par an	155 F	170 F	55 F
ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE, 4 nos par an	135 F	150 F	45 F
ANNALES DE BIOLOGIE ANIMALE, BIOCHIMIE, BIOPHYSIQUE 4 nos par an	175 F	190 F	60 F
ANNALES DES SCIENCES FORESTIÈRES, 4 nos par an	135 F	150 F	45 F
ANNALES DE GÉNÉTIQUE ET DE SÉLECTION ANIMALE, 4 nos par an	155 F	170 F	55 F
ANNALES DE RECHERCHES VÉTÉRINAIRES, 4 nos par an	155 F	170 F	55 F
ANNALES D'HYDROBIOLOGIE, 2 nos par an	80 F	90 F	55 F

APIDOLOGIE, 4 nos par an — Abonnement : France : 38 F
Étranger sauf R. F. A. : 48 F
— Le numéro : France : 12 F
Étranger sauf R. F. A. : 13,50 F

DERNIERS OUVRAGES PARUS

Contribution à l'étude de la Faune de France. Systématique de la tribu des Scymnini (Coccinellidae), par **J. M. Gourreau.**
223 p., 1974 ..... **85,00 F**

Les arbres et arbrisseaux acclimatés en région méditerranéenne française. Catalogue commenté, par **P. Augé, P. Allemand, R. Hamès.**
144 p., 1973 ..... **58,85 F**

Colloque sur l'ovogenèse et la folliculogenèse, Nouzilly, 14-16 déc. 1972.
258 p., 1973 ..... **120,00 F**

Protoplastes et fusion de cellules somatiques végétales, Versailles, 11-15 septembre 1972. Coédition I. N. R. A.-C. N. R. S.
549 p., 1973 ..... **160,50 F**

Recherches acridiennes à Madagascar.
262 p., 1972 ..... **80,00 F**

IVe Conférence du groupe international d'étude des virus et des maladies à virus de la vigne, Colmar 16-18 juin 1970.
211 p., 1972 ..... **60,00 F**

Lombriciens de France, Écologie et Systématique par **M.-B. Bouché.**
671 p., 1972 ..... **150,00 F**

IIIe Conférence du Groupe consultatif des Statisticiens forestiers Jouy en Josas, 7-11 septembre 1970.
332 p., 1972 ..... **139,75 F**

Symposium international sur le soufre en Agriculture. Versailles, 3-4 décembre 1970.
412 p., 1972 ..... **50,00 F**

Organismes du Sol et production primaire — IVe Colloquium pedobiologiae, Dijon 14-19 septembre 1970.
588 p., 1972 ..... **65,00 F**

La lutte biologique en forêt, Pont-à-Mousson, 12-14 novembre 1969.
212 p., 1971 ..... **45,00 F**

VIIIe Symposium européen sur les maladies à virus des arbres fruitiers. Bordeaux, 24-30 juin 1970.
560 p., 1971 ..... **65,00 F**

Essai de programmation de la Recherche (Département agronomie) par D. Macquart, R. Gras, J. Mamy, L. Turc, J.-P. Deffontaines.
70 p., 1971 ..... **30,00 F**

Quatrième Congrès mondial I. A. A. L. D., Paris 20-25 avril 1970.
342 p., 1971 ..... **53,75 F**

Les demandes d'abonnements et les commandes doivent être adressées au Service des Publications de l'Institut national de la Recherche agronomique, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.
Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications de l'I. N. R. A., par virement postal à son compte courant : 9064-43 Paris, sans mentionner d'adresse, ou par bons U. N. E. S. C. O.
Les demandes peuvent être souscrites également par l'intermédiaire des libraires dans les conditions habituelles.
A Paris, bureau de vente : 11, rue Jean-Nicot.